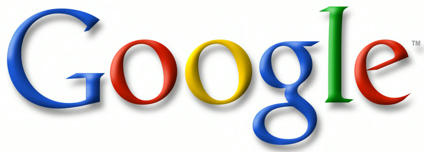


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/


B 848,154



Library of the University of Michigan
Bought with the income
of the
Ford - Messer
Bequest



E F FABER

AS
182
.B512
S6

SITZUNGSBERICHTE

70298

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1895.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS MAI.

STÜCK I—XXVIII MIT ZWEI TAFELN.

BERLIN, 1895.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

INHALT.

INHALT.

Inhalt.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1895.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *du Bois-Reymond*	phys.-math. Classe	1867 Juli 1.
- *Mommsen*	phil.-hist. -	1874 März 16.
- *Auwers*	phys.-math. -	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Emil du Bois-Reymond*		1851 März 5.
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853 Juli 25.
- *Heinr. Ernst Beyrich*		1853 Aug. 15.
- *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855 Aug. 15.
- *Karl Weierstraſs*		1856 Nov. 19.
	- *Albrecht Weber*	1857 Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858 April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
	- *Ernst Curtius*	1862 März 3.
- *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
- *Rudolph Virchow*		1873 Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Heinrich von Sybel*	1875 Dec. 20.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.

Inhalt.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1895.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *du Bois-Reymond*	phys.-math. Classe	1867 Juli 1.
- *Mommsen*	phil.-hist. -	1874 März 16.
- *Auwers*	phys.-math. -	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung	
Hr. *Emil du Bois-Reymond*		1851	März 5.
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853	Juli 25.
- *Heinr. Ernst Beyrich*		1853	Aug. 15.
- *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855	Aug. 15.
- *Karl Weierstraſs*		1856	Nov. 19.
	- *Albrecht Weber*	1857	Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858	April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860	März 7.
	- *Ernst Curtius*	1862	März 3.
- *Arthur Auwers*		1866	Aug. 18.
- *Rudolph Virchow*		1873	Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874	Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875	Juni 14.
	- *Heinrich von Sybel*	1875	Dec. 20.
	- *Alexander Conze*	1877	April 23.
- *Simon Schwendener*		1879	Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880	März 10.

Ordentliche Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Wilhelm Wattenbach*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
Hr. *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Alfred Pernice*	1884 April 9.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
	- *Johannes Schmidt*	1884 April 9.
- *Lazarus Fuchs*		1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886 April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887 April 6.
- *Karl August Möbius*		1888 April 30.
	- *Ernst Dümmler*	1888 Dec. 19.
	- *Ulrich Koehler*	1888 Dec. 19.
	- *Karl Weinhold*	1889 Juli 25.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Karl Vogel*		1892 März 30.
- *Wilhelm Dames*		1892 März 30.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oscar Hertwig*		1893 April 17.
- *Max Planck*		1894 Juni 11.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VII.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung	
	Sir *Henry Rawlinson* in London	1850	Mai 18.
Hr. *Franz Neumann* in Königsberg		1858	Aug. 18.
- *Robert Wilhelm Bunsen* in Heidelberg		1862	März 3.
- *Charles Hermite* in Paris		1884	Jan. 2.
- *August Kekulé* in Bonn		1885	März 2.
	- *Otto von Boehtlingk* in Leipzig	1885	Nov. 30.
	- *Rudolf von Roth* in Tübingen	1889	Mai 15.
- *Albert von Kölliker* in Würzburg		1892	März 16.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung	
Hr. *Eduard Zeller* in Stuttgart	1872	Dec. 9.
Earl *of Crawford and Balcarres* in Dunecht, Aberdeen	1883	Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887	Jan. 24.
- *Ludwig Boltzmann* in Wien	1888	Juni 29.

Inhalt.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1895.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *du Bois-Reymond*	phys.-math. Classe	1867 Juli 1.
- *Mommsen*	phil.-hist. -	1874 März 16.
- *Auwers*	phys.-math. -	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung	
Hr. *Emil du Bois-Reymond*		1851	März 5.
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853	Juli 25.
- *Heinr. Ernst Beyrich*		1853	Aug. 15.
- *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855	Aug. 15.
- *Karl Weierstraſs*		1856	Nov. 19.
	- *Albrecht Weber*	1857	Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858	April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860	März 7.
	- *Ernst Curtius*	1862	März 3.
- *Arthur Auwers*		1866	Aug. 18.
- *Rudolph Virchow*		1873	Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874	Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875	Juni 14.
	- *Heinrich von Sybel*	1875	Dec. 20.
	- *Alexander Conze*	1877	April 23.
- *Simon Schwendener*		1879	Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880	März 10.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl	
Hr.	*Heinrich Denifle* in Rom	1890	Dec. 18.
-	*Wilhelm Dittenberger* in Halle	1882	Juni 15.
-	*L. Duchesne* in Paris	1893	Juli 20.
-	*Julius Ficker* in Innsbruck	1893	Juli 20.
-	*Giuseppe Fiorelli* in Neapel	1865	Jan. 12.
-	*Kuno Fischer* in Heidelberg	1885	Jan. 29.
-	*Paul Foucart* in Paris	1884	Juli 24.
-	*Karl Immanuel Gerhardt* in Graudenz	1861	Jan. 31.
-	*Theodor Gomperz* in Wien	1893	Oct. 19.
-	*Wilhelm von Hartel* in Wien	1893	Oct. 19.
-	*Friedrich Wilhelm Karl Hegel* in Erlangen	1876	April 6.
-	*Hermann von Holst* in Leipzig	1889	Juli 25.
-	*Théophile Homolle* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1879	Juni 19.
-	*Vratoslav Jagić* in Wien	1880	Dec. 16.
-	*Karl Justi* in Bonn	1893	Nov. 30.
-	*Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Georg Kaibel* in Strassburg	1891	Juni 4.
-	*Franz Kielhorn* in Göttingen	1880	Dec. 16.
-	*Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893	Dec. 14.
-	*Sigismund Wilhelm Koelle* in London	1855	Mai 10.
-	*Stephanos Kumanudes* in Athen	1870	Nov. 3.
-	*Basil Latyschev* in Kasan	1891	Juni 4.
-	*Giacomo Lumbroso* in Rom	1874	Nov. 3.
-	*Konrad Maurer* in München	1889	Juli 25.
-	*Adolf Merkel* in Strassburg	1893	Dec. 14.
-	*Adolf Michaelis* in Strassburg	1888	Juni 21.
-	*Max Müller* in Oxford	1865	Jan. 12.
-	*Theodor Nöldeke* in Strassburg	1878	Febr. 14.
-	*Julius Oppert* in Paris	1862	März 13.
-	*Gaston Paris* in Paris	1882	April 20.
-	*Georges Perrot* in Paris	1884	Juli 24.
-	*Wilhelm Pertsch* in Gotha	1888	Febr. 2.
-	*Félix Ravaisson* in Paris	1847	Juni 10.
-	*Eugène de Rozière* in Paris	1864	Febr. 11.
-	*Emil Schürer* in Kiel	1893	Juli 20.
-	*Theodor von Sickel* in Rom	1876	April 6.
-	*Christoph Sigwart* in Tübingen	1885	Jan. 29.
-	*Friedrich Spiegel* in München	1862	März 13.
-	*William Stubbs* in Oxford	1882	März 30.
-	*Hermann Usener* in Bonn	1891	Juni 4.
-	*A. H. de Villefosse* in Paris	1893	Febr. 2.
-	*Louis Vivien de Saint-Martin* in Paris	1867	April 11.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl	
Hr.	*Curt Wachsmuth* in Leipzig	1891	Juni 4.
-	*Ulrich von Wilamowitz-Möllendorff* in Göttingen	1891	Juni 4.
-	*Ludwig Wimmer* in Kopenhagen	1891	Juni 4.
-	*Ferdinand Wüstenfeld* in Göttingen	1879	Febr. 27.
-	*Karl Zangemeister* in Heidelberg	1887	Febr. 10.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER.

Hr. Dr. *Auwers,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW.
- - *Beyrich,* Prof., Geh. Bergrath, Kurfürstendamm 140. W.
- - *von Bezold,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lützowstr. 72. W.
- - *du Bois-Reymond,* Prof., Geh. Ober-Medicinal-Rath, Neue Wilhelmstrasse 15. NW.
- - *Brunner,* Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W.
- - *Conze,* Professor, Charlottenburg, Fasanenstr. 3.
- - *Curtius,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Dames,* Professor, Joachimsthalerstr. 11. W.
- - *Diels,* Professor, Magdeburgerstr. 20. W.
- - *Dilthey,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Burggrafenstr. 4. W.
- - *Dümmler,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königin Augusta-Str. 53. W.
- - *Engler,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Motzstr. 89. W.
- - *Fischer,* Professor, Dorotheenstr. 10. NW.
- - *Frobenius,* Professor, Charlottenburg, Leibnizstr. 70.
- - *Fuchs,* Professor, Kronprinzen-Ufer 24. NW.
- - *Harnack,* Professor, Wilmersdorf, Gravelottestr. 2.
- - *Hertwig,* Professor, Maassenstr. 34. W.
- - *Hirschfeld,* Professor, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *Kiepert,* Professor, Lindenstr. 11. SW.
- - *Kirchhoff,* Prof., Geh. Regierungsrath, Matthäikirchstr. 23. W.
- - *Klein,* Prof., Geh. Bergrath, Am Karlsbad 2. W.
- - *Koehler,* Professor, Königin Augusta-Str. 42. W.
- - *Landolt,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königgrätzerstr. 123b. W.
- - *Möbius,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Sigismundstr. 8. W.
- - *Mommsen,* Professor, Charlottenburg, Marchstr. 8.
- - *Munk,* Professor, Matthäikirchstr. 4. W.

Hr. Dr. *Pernice,* Prof., Geh. Justiz-Rath, Genthinerstr. 13. W.
- - *Planck,* Professor, Tauentzienstr. 18a. W.
- - *Rammelsberg,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Gross-Lichterfelde, Potsdamerstr. 57.
- - *Sachau,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Wormserstr. 12. W.
- - *Joh. Schmidt,* Professor, Lützower Ufer 24. W.
- - *Schmoller,* Professor, Wormserstr. 13. W.
- - *Schrader,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kronprinzen-Ufer 20. NW.
- - *Schulze,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Invalidenstr. 43. NW.
- - *Schwarz,* Professor, Villen-Colonie Grunewald, Boothstr. 33.
- - *Schwendener,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 28. W.
- - *von Sybel,* Prof., Wirkl. Geheimer Rath, Hohenzollernstr. 6. W.
- - *Tobler,* Professor, Kurfürstendamm 25. W.
- - *Vahlen,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthinerstr. 22. W.
- - *Virchow,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Schellingstr. 10. W.
- - *Vogel,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Waldeyer,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W.
- - *Wattenbach,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Corneliusstr. 5. W.
- - *Albr. Weber,* Professor, Ritterstr. 56. SW.
- - *Weierstrafs,* Professor, Friedrich-Wilhelmstr. 14. W.
- - *Weinhold,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hohenzollernstr. 10. W.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

10. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Engler hielt einen Vortrag über Amphicarpie bei *Fleurya podocarpa* Wedd., nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über die Erscheinung der Amphicarpie und Geocarpie.

2. Hr. Fischer überreichte eine Mittheilung des Hrn. Heinrich Biltz über die Bestimmung der Moleculargrösse einiger anorganischer Substanzen.

Beide Mittheilungen werden später in diesen Berichten erscheinen.

3. Zu wissenschaftlichen Zwecken wurden bewilligt von der philosophisch-historischen Classe ihrem ordentlichen Mitgliede Hrn. Kiepert als Unterstützung für das 1. Heft der von ihm herausgegebenen Formae orbis antiqui 1500 Mark; ihrem correspondirenden Mitgliede Hrn. Dr. Imhoof-Blumer in Winterthur behufs Fortführung der Sammlung der nordgriechischen Münzen 3000 Mark; Hrn. Prof. Dr. U. Wilcken in Breslau behufs Vervollständigung der Sammlung griechischer Papyrusurkunden aus der Ptolemäerzeit 500 Mark; von der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Prof. Dr. E. Korschelt in Marburg zu einer

Reise nach Messina und Neapel behufs entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen an Cephalopoden 1400 Mark.

Die Akademie hat ihr langjähriges Ehrenmitglied Hrn. Georg Hanssen in Göttingen am 19. December 1894 durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 24. Januar.

1895.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

17. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. Vogel trug vor: Neuere Untersuchungen über die Spectra der Planeten.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Neuere Untersuchungen über die Spectra der Planeten.

Von H. C. Vogel.

Die Resultate, zu denen die ersten Beobachter, die sich mit der Untersuchung der Spectra der Planeten beschäftigten, gelangten, gingen wegen der Schwierigkeit der Beobachtungen infolge der geringen Lichtstärke der Spectra, zum Theil auch infolge noch unvollkommener Apparate, sehr stark auseinander, und ich habe mich zu Anfang der siebziger Jahre bemüht, in erster Linie durch eigene Beobachtungen, dann aber auch durch sorgfältige kritische Vergleichung der damals bekannten Beobachtungen Klarheit in dieses Gebiet der Sternspectralanalyse zu bringen. Meine von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen preisgekrönten »Untersuchungen über die Spectra der Planeten« sind im Jahre 1874 im Druck erschienen[1]. Dank den vorzüglichen Instrumenten, die mir auf der Privatsternwarte des Hrn. von Bülow auf Bothkamp zur Verfügung standen, und meinem für lichtschwache Objecte sehr empfindlichen Auge konnte ich in den Spectren der sämmtlichen grösseren Planeten so viel Detail wahrnehmen und durch Messung festlegen, dass von der Zukunft keine Beobachtungen zu erwarten standen, die auf die erhaltenen Resultate wesentlich umgestaltend einzuwirken vermöchten. Thatsächlich haben auch weder die grossen Instrumente der Neuzeit, noch die so mächtig in das Gebiet der Sternspectralanalyse eingreifende Anwendung der Photographie in Bezug auf die Planetenspectra mehr als Bestätigungen der früheren Beobachtungen bringen können.

Es mag das immerhin auf den ersten Blick auffallend erscheinen; es ist aber in der Natur der Sache begründet, und ich will gleich vorweg an dieser Stelle die darauf bezüglichen Verhältnisse etwas eingehender besprechen.

Die meisten der grösseren Planeten stellen sich im Brennpunkt eines Fernrohres als Scheiben von beträchtlichem Durchmesser dar,

[1] Leipzig, bei W. Engelmann.

aus denen der Spalt des Spectroskops nur einen schmalen Streifen ausschneidet. Bei gleichem Verhältniss zwischen Objectivöffnung und Brennweite bleibt bei verschieden grossen Fernröhren die Intensität der Flächeneinheit und damit die Helligkeit des Spectrums nahe dieselbe. Sie ist im grösseren Fernrohr sogar etwas geringer, da wegen des dickeren Objectivglases die Absorption hier stärker ist. Der Vortheil, den ein grösseres Fernrohr im vorliegenden Falle bietet, ist hauptsächlich darin zu suchen, dass das Spectrum breiter (höher) erscheint, was zur Erkennung von Detail günstiger ist. Auch ist in allen den Fällen, in denen man bei kleinen Instrumenten eine Cylinderlinse anwenden muss, um die zur Erkennung der Linien nöthige Breite des Spectrums zu erhalten, das grössere Fernrohr an Lichtstärke überlegen, aber nie in dem Maasse wie bei Beobachtung punktartiger Objecte (Fixsterne), wo die Lichtstärken der Brennpunktsbilder verschiedener Instrumente nahezu proportional den Quadraten der Öffnungen sind. Ein Gewinn an Lichtstärke scheint nun bei einem grösseren Fernrohre noch dadurch gegeben zu sein, dass man Spectralapparate von grösseren Dimensionen anwenden und den Spalt weiter öffnen kann, als bei einem kleineren, gleiche Construction bei beiden Apparaten vorausgesetzt, ohne die trennende Kraft des Spectroskops im Vergleich zu dem kleineren Instrumente zu verringern. Dieser Vortheil wird aber zum Theil dadurch wieder aufgehoben, dass die Lichtstrahlen beim Durchgang durch grössere Glasmassen einen erheblichen Verlust durch Absorption erleiden, für dessen Betrag sich Zahlenangaben allerdings nur machen lassen, wenn man ein bestimmtes Instrument und in Bezug auf Absorption bekannte Glassorten ins Auge fasst. Durch das grössere Brennpunktsbild im grösseren Instrumente ist schliesslich die Möglichkeit einer eingehenderen Untersuchung des Spectrums verschiedener Theile der Planetenoberfläche gegeben; aber damit dürften auch sämmtliche Vortheile, welche die Anwendung eines Fernrohres grösster Dimension für die Untersuchung der Planetenspectra gegenüber einem mittelgrossen Fernrohr bietet, aufgeführt sein.

Es ist zwar in neuerer Zeit gelungen, die photographische Platte für fast alle Theile des sichtbaren Spectrums empfindlich zu machen, jedoch ist die Empfindlichkeit keine gleichmässige, und auch gegenwärtig ist von der Anwendung der Photographie zur Fixirung des weniger brechbaren Theiles des Spectrums nicht viel zu erwarten; in diesem Theile aber liegen gerade die für die Planenetenspectra charakteristischen Absorptionsbänder. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass, wenn weitere Verbesserungen des photographischen Verfahrens in dieser Hinsicht gelingen sollten, es möglich werden wird, die charakteristischen Absorptionsbänder der Planetenspectra ihrer Lage nach

sicherer zu bestimmen, als es bisher mit Hülfe directer Beobachtungen möglich war; immerhin würde aber die bisher erreichte Genauigkeit genügen, über den Ursprung der Bänder, namentlich der im Spectrum des Uranus, Aufschluss zu erhalten, wenn es nur gelänge, auf experimentellem Wege ein ähnliches Absorptionsspectrum zu erzeugen. Obgleich in den brechbareren Theilen der Planetenspectra keine Absorptionsbänder zu erwarten sind, ist doch eine Bestätigung dieser Vermuthung durch spectrographische Aufnahmen nicht ohne Interesse. Bei dem Uranusspectrum erhalten derartige Aufnahmen sogar noch eine höhere Bedeutung dadurch, dass durch sie auf das eclatanteste die kühne Behauptung, die LOCKYER vor einigen Jahren aufgestellt hat, das Uranusspectrum sei nicht als ein Absorptions-, sondern als ein Emissionsspectrum anzusehen, zurückgewiesen wird.

Auf dem Potsdamer Observatorium habe ich in neuester Zeit Aufnahmen von Planetenspectren anfertigen lassen, und über diese werde ich im Folgenden in erster Linie berichten. Sodann hat mir Hr. HUGGINS, dem wir die ersten photographischen Aufnahmen von Planetenspectren verdanken, das ganze von ihm gesammelte werthvolle Material gütigst zur Verfügung gestellt, über das er selbst bisher nur ganz allgemein gehaltene Bemerkungen veröffentlicht hat[1]. Ich habe sämmtliche HUGGINS'sche Spectrogramme genau untersucht und theile die Resultate dieser Untersuchung in zweiter Linie mit. Schliesslich stelle ich die wenigen seit 1874 von anderer Seite veröffentlichten Beobachtungen über Planetenspectra zusammen, um damit eine vollständige Ergänzung meiner eingangs citirten Arbeit zu geben.

Angaben über die Construction der beiden Spectralapparate, mit welchen die meisten Potsdamer Aufnahmen der Planetenspectra gemacht worden sind, finden sich in meinen Abhandlungen über den neuen Stern im Fuhrmann[2] und über das Spectrum von β Lyrae[3]. Diese beiden Apparate sind in Verbindung mit dem 13 zölligen photographischen Refractor zur Anwendung gekommen, das verbesserte Spectrometer seit 1893. Von dem hellsten Planeten Venus liegen ausserdem Spectralaufnahmen mit dem Spectrographen mit sehr starker Zerstreuung vor, den ich zur Untersuchung der Eigenbewegung der Sterne in Verbindung mit dem 11 zölligen Refractor des Observatoriums benutzt habe; dieser Apparat ist eingehend beschrieben in der Mittheilung der Resultate dieser Untersuchung in den Publicationen des Observatoriums[4]. Ein ganz ähnlicher Apparat mit nur einem einfachen

---

[1] Phil. Trans. 1880 Part II p. 687. Proceedings of the R. Society Vol. 46. p. 231.
[2] Abhandlungen der K. Pr. Akad. der Wissensch. 1893. S. 8.
[3] Sitzungsber. der K. Pr. Akad. der Wissensch. 1894 VI S. 115.
[4] Bd. VII I. Theil (Nr. 25) S. 7.

Prisma, der ebenfalls am 11zölligen Refractor angebracht werden konnte, dessen Zerstreuung aber erheblich grösser war, als die der zuerst erwähnten Instrumente, hat einigemal zur Aufnahme der Spectra von Mars und Jupiter gedient.

Die Aufnahmen im Jahre 1892 sind meist von Hrn. Prof. Frost, die späteren von Hrn. Dr. Wilsing gemacht worden. Zu den Ausmessungen, die sämmtlich von mir ausgeführt worden sind, wurde ein früher[1] beschriebenes Mikroskop benutzt. Bei einigen in der Dämmerung gemachten Aufnahmen ist das Spectrum des Himmelsgrundes zu beiden Seiten des Planetenspectrums sichtbar, und es lässt sich eine directe Vergleichung der Linien beider Spectra vornehmen. Bei anderen Aufnahmen ist beiderseitig vom Planetenspectrum das Spectrum eines in der Nähe befindlichen helleren Sternes mit aufcopirt worden, und auch hier ist eine directe Vergleichung der Linien möglich, wenn der Stern der zweiten Spectralclasse angehörte. Zum mindesten konnten bei Sternen der ersten Spectralclasse die Wasserstofflinien identificirt und dadurch Anhaltspunkte für weitere Messungen erhalten werden. Die meisten Aufnahmen sind aber ohne Vergleichsspectrum, da die nicht leicht zu verkennenden Linien H und K und die Liniengruppe G genügende Marksteine boten, um durch Messung die anderen Linien bestimmen zu können.

Um aus den gemessenen, in Schraubenumdrehungen ausgedrückten Abständen der Linien von einer bekannten Linie Wellenlängen für erstere zu erhalten, habe ich nach der üblichen, allgemein bekannten Methode aus zahlreichen Messungen an Aufnahmen des Sonnenspectrums für jedes Spectroskop Curven abgeleitet, bez. aus diesen wieder Tabellen berechnet.

Eine Beschreibung des Apparats, dessen sich Huggins zur Herstellung der Planetenspectra bedient hat, ist in der classischen Abhandlung »Photographic Spectra of Stars«[2] zu finden.

Die Ausdehnung der Spectra ist noch beträchtlich geringer als die der mit dem Potsdamer photographischen Refractor hergestellten. Einen Anhalt über die Dispersion der Spectrographen gibt die folgende Zusammenstellung.

Lineare Ausdehnung des Spectrums von F bis zur Mitte von H und K:

Spectrograph	I	69^{mm}	In Verbindung mit dem 11zölligen Refractor.
»	II	16	
»	III	7.0	In Verbindung mit dem 13zölligen photogr. Refractor.
»	IV	8.6	
»	von Huggins	5.3	

[1] Publ. d. Astroph. Obs. Bd. VII I. Theil S. 31.
[2] Phil. Trans. of the R. Soc. Part II 1880.

Apparat III war nur provisorisch zusammengesetzt und wurde im Frühjahr 1893 wieder auseinandergenommen. Bei IV ist das Prisma von III wieder verwendet worden. Collimator- und Cameraobjectiv, beide für die chemisch wirksamsten Strahlen achromatisirt, haben etwas grössere Brennweite als die im Apparat III verwendeten Objective.

Um aus den Messungen an den Huggins'schen Aufnahmen Wellenlängen für die einzelnen Linien zu erhalten, habe ich ebenfalls eine Curve abgeleitet, zu deren Herstellung Messungen an dem auf einigen Platten befindlichen, sehr stark ausgeprägten Luftspectrum gedient haben.

Mercur.

Am 30. März 1892 sind 3 Aufnahmen des Mercursspectrums gemacht worden. Auf dem einen Spectrogramm ist das Spectrum von dem des hellen Himmelsgrundes umgeben. Letzteres erscheint in der richtigen Stärke, um einen sehr sicheren Vergleich mit dem Planetenspectrum, welches sich von λ 487 $\mu\mu$ bis λ 380 $\mu\mu$ erstreckt, zuzulassen; es ergab sich hierbei eine vollkommene Übereinstimmung. 28 Linien konnten identificirt werden. Auf der zweiten und der dritten Aufnahme ist das Tageslichtspectrum nicht zu erkennen; wegen des tieferen Standes des Planeten reicht das Spectrum, in welchem etwa 15 Linien wahrzunehmen sind, nach dem violetten Ende nur bis *K*. Eine gute Aufnahme ist auch 1892 April 4 gelungen. Mit dem gleichzeitig auftretenden Tageslichtspectrum sind 16 Linien im Planetenspectrum zu identificiren.

Venus.

Mit dem Spectrographen I ist im Jahre 1888 December 7 und December 29, im Jahre 1889 Januar 2 je eine Aufnahme gemacht worden, 1889 Februar 10 wurden dagegen drei Platten exponirt. Die Dauer der Belichtung schwankte zwischen 15^m und 20^m. Alle Aufnahmen sind sehr gut gelungen; auf der besten unter denselben, der von Februar 10, habe ich einige Partien gemessen und mit den Linien des Rowland'schen Sonnenspectrums identificirt. Ich lasse einen Theil der Resultate dieser Messungen hier folgen; sie documentiren den grossen Linienreichthum der Aufnahme. Die Untersuchung des ganzen Spectrums, die einige Tage in Anspruch nahm, ergab, dass zwischen den Wellenlängen λ 460 $\mu\mu$ und λ 406 $\mu\mu$ über 500 Linien im Venusspectrum mit Linien des Sonnenspectrums identisch sind, und dass in Bezug auf die Intensität der Linien eine vollständige Übereinstimmung beider Spectra besteht.

W. L. ($\mu\mu$)	
441.50	Sehr starke Linie.
441.21	Feine Linie.
440.85	} Linien nicht sicher getrennt.
440.79	}
440.70	}
440.50	Sehr starke Linie.
440.35	Matte Linie.
440.15	Starke Linie. } Fliessen etwas in einander.
440.05	Linie. }
440.00	Linie. }
439.52	Kräftige Linie.
439.41	Linie. } Nicht auflösbare Liniengruppe.
439.10	Linie. }
438.70	}
438.51	Breit, etwas matter als folgende.
438.36	Sehr starke breite Linie.
438.10	} Etwas in einander fliessende matte Linien. Vielleicht noch eine Linie dazwischen.
437.92	}
437.75	}
437.61	} Streifen, Linien nicht mit Deutlichkeit zu erkennen.
437.45	}
437.30	Schwach.
437.12	Starke Linie.
437.00	Desgl.
436.78	Desgl.
436.65	Breit und verwaschen.
436.43	} Matter Streifen.
436.33	}

W. L. ($\mu\mu$)	
435.99	Kräftige Linie.
435.88	Breite Linie.
435.52	Breit, matt.
435.30	Kräftige Linie.
435.20	Starke Linie.
435.12	Gut sichtbar.
434.91	Vielleicht Linie.
434.81	Deutlich.
434.68	Fraglich.
434.45	Breit, matt.
434.35	Desgl.
434.07	H_γ. Breit und stark.
433.98	Breit, kräftig.
433.80	} Feine Linien. } Fliessen etwas in einander.
433.76	}
433.71	Kräftig. }
433.19	} Feine Linie.
433.10	} Breit, matt.
432.71	Breit, matt.
432.60	Sehr stark.
432.52	Stark.
432.35	Streifen, vielleicht Linien.
432.20	Sehr schwach.
432.10	Breit.
431.89	Deutlich.
431.70	Sehr schwach.
431.52	Stark.

W. L. ($\mu\mu$)	
426.18	Breiter Streifen, matt.
426.04	Breite starke Linie.
425.90	Breiter Streifen, matt.
425.55	Desgl.
425.43	Starke Linie.
425.30	Zarte Linie.
425.10	Starke Linie.
425.02	Desgl.
424.98	Sehr fein.
424.87	Matter Streifen.
424.75	} Linien.
424.70	}
424.62	Schwach.
424.55	Kräftige Linie.
424.35	} Breit.
424.27	}
424.10	Breit, etwas verwaschen.
424.00	} Kräftige Linien von gleicher Stärke.
423.90	}
423.82	}
423.72	}
423.60	Sehr stark.
423.55	Matt. [nach Roth.
423.32	Drei oder vier Linien, die stärkste

W. L. ($\mu\mu$)	
423.12	Sehr schwach.
423.00	Kräftig.
422.75	Starke Linie. } Doppelt.
422.70	Sehr breit und sehr stark. }
422.58	Breit.
422.50	Feine Linie.
422.46	Etwas breit.
422.35	Vielleicht doppelt.
422.24	Stark.
422.05	Linie.
421.95	Linie.
421.88	Verwaschene Linie.
421.76	Zwei zarte Linien, zusammenfliessend.
421.61	Linie. }
421.57	Starke Linie. }
421.38	Breite Linie.
421.28	} Zarte Linien.
421.20	}
421.11	Feine Linie.
421.05	Linie.
420.90	Matte Linie.
420.73	Matte Linie.
420.69	Linie.
420.53	Streifen.

W. L. ($\mu\mu$)		W. L. ($\mu\mu$)		
420.41	Linie (darauf Linie, an der Grenze der Sichtbarkeit).	419.92	Ziemlich starke Linie.	Fliessen etwas in einander, sind aber deutlich getrennt zu sehen.
420.22	Sehr stark.	419.88	Schwach.	
420.10	Breite Linie.	419.85	Stark.	
420.02	Zarte Linie.			

Mit den Apparaten von geringerer Zerstreuung sind wiederholt Aufnahmen des Venusspectrums gemacht worden. Eine Exposition von $\frac{3}{4}$ Minuten erwies sich als ausreichend, ein Spectrum zu erhalten, welches sich weit ins Ultraviolett erstreckt.

Von Hrn. Huggins liegt aus dem Jahre 1879 eine Aufnahme vom Venusspectrum gleichzeitig mit dem Spectrum des hellen Himmelsgrundes vor. Eine Vergleichung beider Spectra ergab eine vollständige Übereinstimmung der Linien des Tageslichtspectrums mit den Linien im Planetenspectrum; es konnten über 80 Linien in beiden Spectren erkannt werden, und es hat sich nicht die geringste Anomalie im Planetenspectrum gezeigt. Das photographische Spectrum erstreckte sich von λ 480$\mu\mu$ bis λ 320$\mu\mu$. Das letzte Stück des Spectrums, im Planetenspectrum von λ 328$\mu\mu$, im Tageslichtspectrum von λ 334$\mu\mu$ an, ist sehr matt.

Mars.

Drei photographische Aufnahmen des Marsspectrums sind 1892 Juli 27 und 29 mit dem Spectralapparat II ausgeführt worden. Bei 10^{m} Exposition (erste Aufnahme vom 27. Juli) ist das Spectrum etwas matt, doch sind viele Linien in demselben sichtbar. Die beste Aufnahme von den dreien ist die zweite vom 27. Juli (30^{m} Exposition); sie zeigt viele sehr scharfe Linien. Es konnten zwischen *F* und *K* 75 Linien mit Linien des Sonnenspectrums identificirt werden, und es war keinerlei Abweichung vom Sonnenspectrum auf dieser Strecke des Spectrums zu constatiren. Zur Beurtheilung der Leistung des Apparates will ich auch hier die Resultate meiner Untersuchungen an einem kleinen Stücke des Spectrums mittheilen.

W. L. ($\mu\mu$)			W. L. ($\mu\mu$)	
438.40	Sehr starke Linie.		429.42	Linie.
437.60	Breiter Streifen.		429.00	Breite Linie.
437.00	Breit, matt.		428.70	Desgl.
436.00	Linie.		428.05	Desgl.
435.22	Starke Linie.		427.45	Desgl.
434.44	Linie.		427.20	Breite Linie.
434.10	Linie, nach Violett verwaschen.		426.50	Matter Streifen.
432.6	Streifen.		426.05	Breite Linie.
431.50	Linie.		425.55	Desgl.
431.30	Liniensystem.		425.00	Breiter Streifen, nach Violett verwaschen.
430.80	Starke Linie.	Liniensystem.	424.50	
430.60	Linie.		423.80	Breiter verwaschener Streifen.
430.25	Desgl.		423.60	Starke Linie.
430.00	Breite starke Linie.		423.35	Linie.

Prisma, der ebenfalls am 11zölligen Refractor angebracht werden konnte, dessen Zerstreuung aber erheblich grösser war, als die der zuerst erwähnten Instrumente, hat einigemal zur Aufnahme der Spectra von Mars und Jupiter gedient.

Die Aufnahmen im Jahre 1892 sind meist von Hrn. Prof. Frost, die späteren von Hrn. Dr. Wilsing gemacht worden. Zu den Ausmessungen, die sämmtlich von mir ausgeführt worden sind, wurde ein früher[1] beschriebenes Mikroskop benutzt. Bei einigen in der Dämmerung gemachten Aufnahmen ist das Spectrum des Himmelsgrundes zu beiden Seiten des Planetenspectrums sichtbar, und es lässt sich eine directe Vergleichung der Linien beider Spectra vornehmen. Bei anderen Aufnahmen ist beiderseitig vom Planetenspectrum das Spectrum eines in der Nähe befindlichen helleren Sternes mit aufcopirt worden, und auch hier ist eine directe Vergleichung der Linien möglich, wenn der Stern der zweiten Spectralclasse angehörte. Zum mindesten konnten bei Sternen der ersten Spectralclasse die Wasserstofflinien identificirt und dadurch Anhaltspunkte für weitere Messungen erhalten werden. Die meisten Aufnahmen sind aber ohne Vergleichsspectrum, da die nicht leicht zu verkennenden Linien *H* und *K* und die Liniengruppe *G* genügende Marksteine boten, um durch Messung die anderen Linien bestimmen zu können.

Um aus den gemessenen, in Schraubenumdrehungen ausgedrückten Abständen der Linien von einer bekannten Linie Wellenlängen für erstere zu erhalten, habe ich nach der üblichen, allgemein bekannten Methode aus zahlreichen Messungen an Aufnahmen des Sonnenspectrums für jedes Spectroskop Curven abgeleitet, bez. aus diesen wieder Tabellen berechnet.

Eine Beschreibung des Apparats, dessen sich Huggins zur Herstellung der Planetenspectra bedient hat, ist in der classischen Abhandlung »Photographic Spectra of Stars«[2] zu finden.

Die Ausdehnung der Spectra ist noch beträchtlich geringer als die der mit dem Potsdamer photographischen Refractor hergestellten. Einen Anhalt über die Dispersion der Spectrographen gibt die folgende Zusammenstellung.

Lineare Ausdehnung des Spectrums von *F* bis zur Mitte von *H* und *K*:

Spectrograph	I	69^{mm}	In Verbindung mit dem 11zölligen Refractor.
»	II	16	
»	III	7.0	In Verbindung mit dem 13zölligen photogr. Refractor.
»	IV	8.6	
»	von Huggins	5.3	

[1] Publ. d. Astroph. Obs. Bd. VII I. Theil S. 31.

[2] Phil. Trans. of the R. Soc. Part II 1880.

bot Schwierigkeiten. Die Beobachtungen haben jedoch ergeben, dass einige dieser Linien im Marsspectrum breiter und deutlicher erschienen als im Mondspectrum. Ferner wurden geringe locale Verschiedenheiten des Spectrums der Oberfläche, die sich als Unterschiede in der relativen Intensität ganzer Regionen des Spectrums zeigten, erkannt.

Meine früheren Beobachtungen, auf die ich hier kurz zurückkommen möchte, hatten in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Huggins ergeben, dass das Vorhandensein einer Atmosphaere des Mars, von ähnlicher Zusammensetzung wie die unsrige, sich aus dem Auftreten gewisser Liniengruppen in der Nähe der D-Linien und der C-Linie, der tellurischen Liniengruppen a und δ, nachweisen lasse. Während Huggins bei sehr günstigem Stande des Planeten seine Beobachtungen anstellen konnte, war das Gegentheil bei meinen Beobachtungen der Fall; der Planet erhob sich nur wenig mehr als 20° über den Horizont, und in dieser Höhe machen sich die Absorptionslinien unserer Atmosphaere schon recht bemerkbar. Nur durch die sorgfältigste Beachtung dieses Umstandes und durch speciell zu dem Zwecke angestellte Beobachtungen an Fixsternen und am Mond konnte ich Sicherheit darüber gewinnen, dass das Marsspectrum eine Verstärkung der zarten tellurischen Liniengruppen zeigte.

Hr. Campbell hat nun im Jahre 1894 unter sehr günstigen atmosphaerischen Verhältnissen und bei sehr grosser Höhe des Planeten über dem Horizont Beobachtungen über das Marsspectrum angestellt und ist zu dem Resultat gekommen, dass die Existenz einer Atmosphaere des Mars sich nicht mit Hülfe des Spectroskops nachweisen lasse, indem es ihm nicht möglich gewesen sei, einen Unterschied zwischen Mond- und Marsspectrum, wenn beide Gestirne in gleicher Höhe gewesen wären, aufzufinden.[1] Die mit den mächtigen Hülfsmitteln des Lick-Observatoriums von diesem eifrigen Beobachter ausgeführten Untersuchungen verdienen gewiss Beachtung; sie sind aber meines Dafürhaltens doch nur den hier angeführten früheren Beobachtungen gegenüber zu stellen, denn die Vortheile des grossen Instruments sind in dem vorliegenden Falle, wie ich schon eingangs erwähnt habe, nicht so erhebliche, dass durch sie die Beobachtungen an kleineren Instrumenten ganz zurückgedrängt werden.

Angeregt durch die Untersuchungen Campbell's, habe ich bei der letztjährigen Marsopposition meine Beobachtungen wiederholt, leider aber wegen Ungunst der Witterung nur einmal, am 15. November 1894, Beobachtungen über die fraglichen Absorptionslinien im Marsspectrum

[1] Publications of the Astr. Society of the Pacific. Vol. VI 1894 p. 228.

anstellen können, und zwar mit dem Spectrographen IV, welcher auch zu directen Ocularbeobachtungen sich verwenden lässt, in Verbindung mit dem 13zölligen photographischen Refractor, der in Bezug auf Lichtstärke infolge des Verhältnisses Öffnung zu Brennweite = 1:10 für Planetenbeobachtungen den Lickrefractor erheblich übertrifft. Der Luftzustand war ein ausserordentlich günstiger. Der Planet stand 43° über dem Horizont, der Mond 25°. Es wurde beobachtet

Gruppe δ sehr deutlich im Marsspectrum, schwach im Mondspectrum,
" α auffallend im Marsspectrum, schwer zu sehen im Mondspectrum,
" λ 594.5 $\mu\mu$ } sehr deutlich im Marsspectrum, ebenso gut sichtbar im Mondspectrum.
" λ 592.0 $\mu\mu$ }

Bei schwacher Zerstreuung fällt im Spectrum unserer Atmosphaere eine schmale helle Stelle, etwas brechbarer als D, auf, die fast den Eindruck einer hellen Linie macht, aber hervorgebracht wird durch einen Mangel an den feinen Absorptionslinien, die in der Nähe der D-Linien auftreten. Dieser Streifen war im Marsspectrum sehr gut, im Mondspectrum aber kaum zu sehen. Somit kann ich in dieser Beobachtung nur eine Bestätigung meiner früheren Wahrnehmungen erblicken. Am 12. December 1894, ebenfalls bei vorzüglich guter Luft, haben die HH. Scheiner und Wilsing mit denselben Instrumenten die Beobachtungen wiederholt, und auch sie gewannen die Überzeugung, dass die tellurischen Linien im Marsspectrum deutlicher hervortraten als im Spectrum des etwas tiefer stehenden Mondes.

Aus der Abhandlung des Hrn. Campbell geht hervor, mit welcher Umsicht seine Beobachtungen angestellt worden sind; er betont mit Recht, wie wichtig es sei, das Mondspectrum in derselben Breite erscheinen zu lassen wie das Marsspectrum. Ich bemerke beiläufig, dass auch ich alle erdenklichen Vorsichtsmaassregeln bei meinen früheren Beobachtungen angewandt habe, dass ich nicht nur das Mondspectrum und die Spectra von Sternen der ersten Spectralclasse, in welchen ich die tellurischen Linien beobachten wollte, möglichst auf gleiche Breite mit dem Planetenspectrum gebracht habe, sondern beim Mond auch noch möglichst gleiche Lichtstärke mit dem Marsspectrum herzustellen versuchte. Nur in einem Punkte stimme ich nicht mit Hrn. Campbell überein, nämlich darin, dass die Bereicherung unserer Kenntniss über das Spectrum unserer eigenen Atmosphaere durch die Untersuchung Thollon's im vorliegenden Falle von Bedeutung sei[1]. Schon vor 20 Jahren waren die Absorptionslinien unserer Atmosphaere sehr genau bekannt und jedenfalls ausreichend für den vorliegenden Fall, wo es zunächst nicht darauf ankommt, die verwaschenen Bänder in

[1] A. a. O. p. 231.

Linien aufzulösen und einzelne schwache Liniensysteme zu erkennen, vielmehr darauf, aus dem Totaleindruck, den die Absorptionsbänder machen, Schlüsse zu ziehen. Ich glaube nun, in dem Bestreben, möglichst ins Detail zu gehen, hat Hr. CAMPBELL bei seinen Untersuchungen immer noch zu starke Zerstreuungen angewandt, und es ist ihm dabei Detail anderer Art, auf welches es ganz besonders bei der Entscheidung der Frage, ob ein Unterschied zwischen Mars- und Mondspectrum existire, ankommt, entgangen. Hr. CAMPBELL legt noch besonderes Gewicht auf die Beobachtung, dass am Rande des Mars die Absorptionslinien im Spectrum nicht stärker hervorgetreten seien. Auch mir ist es weder früher noch jetzt gelungen, einen Zuwachs der Intensität dieser Linien mit Bestimmtheit constatiren zu können; ich halte dies aber für sehr erklärlich, da der Übergang ein ganz allmählicher ist und schliesslich doch nur am äussersten Rande des Planeten merkbare Unterschiede zu erwarten wären, und zwar in einem so schmalen Streifen, dass sich feines Detail nicht mehr erkennen lässt.

Von Hrn. HUGGINS erhielt ich folgende Nachrichten über seine im Jahre 1894 im Verein mit Mrs. HUGGINS angestellten Beobachtungen über die Absorptionsbänder im Marsspectrum. November 8, 10 und 15 haben Mr. und Mrs. HUGGINS das Spectrum des Mars mit dem des Mondes verglichen und December 15, 18 und 20 Beobachtungen des Marsspectrums angestellt, als der Planet nahe im Meridian stand. Bei den Vergleichungen mit dem Mondspectrum wurde darauf geachtet, die in Bezug auf Intensität und Breite so verschiedenen Spectra unter möglichst gleichen Verhältnissen zu beobachten.

An den drei genannten Beobachtungstagen war die Intensität der atmosphaerischen Bänder in der Nähe der D-Linien, auf welche das Augenmerk fast ausschliesslich gerichtet wurde, im Mondspectrum sehr erheblichen Änderungen unterworfen; doch schätzten die Beobachter unabhängig und stets übereinstimmend die Liniengruppen, auf welchen die Schätzungen hauptsächlich basirt waren — ein schmales Band bei $\lambda\,593\,\mu\mu$ und ein breiteres bei $\lambda\,592\,\mu\mu$ —, im Marsspectrum immer stärker; desgleichen erschien bei oft wiederholten Beobachtungen die breite atmosphaerische Gruppe, welche die D-Linien einschliesst — $\lambda\,588.7\,\mu\mu$ bis $\lambda\,590.3\,\mu\mu$ —, deutlicher im Marsspectrum, obgleich der Mond zur Zeit eine geringere Höhe hatte.

Die Beobachter wollen ein definitives Urtheil darüber, ob es im Marsspectrum Absorptionsbänder gibt, die nicht solchen unserer Atmosphaere entsprechen, einstweilen noch zurückhalten, glauben aber schon jetzt mittheilen zu können, dass sie nur geringen Zweifel hegen an der Existenz eines von D aus mehr nach Blau zu gelegenen Absorptionsbandes, welches, nach der brechbareren Seite an

Intensität abnehmend, sich von λ 586 $\mu\mu$ bis λ 584 $\mu\mu$ erstreckt und bisher nicht als tellurische Liniengruppe bekannt ist. Die in dieser Gegend des Sonnenspectrums befindlichen Linien haben die Entscheidung wohl etwas erschwert, aber eine Irreführung durch dieselben scheint ausgeschlossen. Die Sichtbarkeit dieses Bandes ist Veränderungen unterworfen, die nach der Ansicht der Beobachter möglicherweise von dem Zustande der Atmosphaere des Planeten abhängen.

Ich glaube, dass noch weitere Beobachtungen auch von anderer Seite abgewartet werden müssen, um die Frage zum definitiven Abschluss zu bringen, möchte jedoch nicht unerwähnt lassen, dass eine Marsatmosphaere sich auch bei den photometrischen Beobachtungen von Hrn. Prof. Müller[1] deutlich zu erkennen gegeben hat, entgegen der früheren Ansicht, die auf wenigen Beobachtungen Zöllner's basirte, dass die Atmosphaere des Mars ganz ausserordentlich dünn sein müsse, indem sich Mars, in verschiedenen Phasen beobachtet, ähnlich wie unser Mond verhalte. Die Müller'schen Beobachtungen zeigen, dass Mars in seinem photometrischen Verhalten ein Zwischenglied zwischen Mercur und Mond einerseits und Jupiter und Venus andererseits bildet, und dass seine Atmosphaere in Bezug auf Dichtigkeit wohl am ersten mit der unserer Erde zu vergleichen ist. Hiernach wäre es wohl kaum zu erwarten, dass sich spectroskopisch gar keine Anzeichen einer Gashülle erkennen lassen sollten.

Jupiter.

Mit dem Spectrographen III ist am 22. October 1891 eine Aufnahme des Jupitersspectrums gemacht worden. Es erstreckt sich von λ 487 $\mu\mu$ bis λ 380 $\mu\mu$; in demselben sind nur 15 Fraunhofer'sche Linien mit Sicherheit wahrzunehmen, da der Spalt ziemlich weit geöffnet war. Keinerlei Abweichungen vom Sonnenspectrum sind zu erkennen. Eine Aufnahme vom 24. October desselben Jahres mit Spectrograph II ist vorzüglich gelungen. Das Spectrum ist von *F* bis *H* zu verfolgen. Es ist von *F* bis λ 446 $\mu\mu$ sehr schwach, und nur wenige Linien sind in diesem Theile des Spectrums sichtbar; ähnlich verhält es sich mit dem violetten Ende, welches von λ 405 $\mu\mu$ bis *H* recht matt ist. Der übrige Theil des Spectrums ist aber sehr linienreich; es konnten über 100 Linien des Jupitersspectrums mit Linien des Sonnenspectrums identificirt werden, und ich lasse hier die Beob-

---

[1] Publ. des Astroph. Obs. Bd. IX, p. 330.

achtungen an einem kleinen, specieller untersuchten Stück des Spectrums folgen.

W. L. ($\mu\mu$)	
427.18	Starke Linie.
426.80	Streifen.
426.43	Matter Streifen.
426.05	Starke Linie.
425.50	Streifen.
425.05	Streifen, nach Violett verwaschen.
424.63	Breiter Streifen.
424.30	Streifen.
424.00 } 423.82 }	Liniensystem.
423.60	Linie.
423.35	Linie.
422.99	Linie.
422.70	Sehr starke Linie.
422.48	Streifen.
422.25	Linie.
421.95	Linie.
421.76	Linie.
421.60	Starke Linie.
421.05	Linie.
420.70	Linie.
420.40	Linie.
{420.20	Scharfe Linie.
{420.01	Deutlich, scharf.
{419.88	Sehr scharfe Linie.

W. L. ($\mu\mu$)	
419.56	Linie.
{419.20	Starke Linie.
{418.75	Sehr starke Linie.
418.50	Linie.
418.20	Linie.
417.80	Linie.
417.30	Streifen.
416.77	Starke Linie.
416.58	Zarte Linie.
416.40	Linie.
416.15	Linie.
415.91	Linie.
415.68 } 415.45 }	Liniensystem.
415.22	Linie.
415.00	Streifen.
414.80	Linie.
414.40	Sehr starke Linie.
414.23	Linie.
414.02	Linie.
413.70	Linie.
{413.48	Starke Linie.
{413.23	Starke Linie.

Während bei den eben erwähnten Aufnahmen der Spalt des Spectrographen parallel zur Richtung der täglichen Bewegung stand, demnach auch nahezu parallel der Richtung der Streifen, ist bei vier Aufnahmen vom 1. November 1894, die mit dem Apparat IV aufgenommen worden sind, der Spalt senkrecht zur Richtung der Streifen gestellt worden, um etwaige Verschiedenheiten in der Intensität des Spectrums der auffällig roth gefärbten Aequatorialstreifen im Vergleich zu dem übrigen Theile der Scheibe aufzufinden. Von den vorzüglich gelungenen Aufnahmen zeigt die eine, bei 2^{m} Exposition hergestellt, etwa 70 Linien, die mit dem Sonnenspectrum übereinstimmen; die drei anderen Platten (zwei mit je 3^{m}, eine mit 4^{m} Exposition) lassen 66 Linien in den Spectren erkennen. Die beiden Aequatorialstreifen markiren sich sehr deutlich; sie erscheinen im Negativ als helle Streifen, welche der Länge nach das Spectrum durchsetzen. Die Helligkeit dieser Streifen nimmt deutlich nach Violett hin zu; in der Gegend zwischen *F* und *G* ist dagegen der Contrast zwischen dem Spectrum der Aequatorialstreifen und dem Spectrum der nebenliegenden Theile der Planetenscheibe nur gering. Irgend eine andere Verschiedenheit, als die der stärkeren allgemeinen Absorption ist im Spectrum der Aequatorialstreifen nicht zu erkennen.

Von HUGGINS liegen zwei Spectrogramme des Jupiter aus dem Jahre 1878 mit dem Spectrum des Himmelsgrundes zu beiden Seiten des Planetenspectrums vor; ersteres erstreckt sich auf der einen Aufnahme nur wenig über *K* ins Ultraviolett hinaus, während das Planetenspectrum bis λ 333 $\mu\mu$ noch kräftig ist und sich bis λ 326 $\mu\mu$ verfolgen lässt. Das schwache Vergleichsspectrum gestattet nur einen Vergleich der Hauptlinien des Planetenspectrums mit dem Sonnenspectrum; der Vergleich nach dem Atlas ergab die vollste Übereinstimmung von 57 Linien des ersteren mit Fraunhofer'schen Linien.

Die zweite Aufnahme ist weniger gut: es sind nur 15 bis 20 Linien mit Bestimmtheit zu erkennen, die mit Linien des Himmelsgrundes vollkommen übereinstimmen.

Eine merkwürdige Beobachtung über das Jupiterspectrum, die zu einem Artikel mit der Überschrift »On a Photograph of Jupiter's Spectrum showing Evidence of Intrinsic Light from that Planet«[1] Veranlassung gab, liegt von HENRY DRAPER vor. Am 27. September 1879 hatte DRAPER ein Spectrum des Jupiter bei zur Richtung der Aequatorialstreifen senkrechter Stellung des Spaltes aufgenommen, und es zeigte sich, dass ein schmales Band das Spectrum nahe der Mitte desselben durchzog. Die Helligkeit dieses Bandes war ungleich; es war von *h* bis über *H* hinaus sehr viel heller (im Negativ) als das Spectrum der nebenliegenden Theile der Planetenscheibe, wurde von *h* nach dem Roth zu immer weniger hell und war in der Gegend zwischen *G* und *F* sogar dunkler als die Umgebung. Der Abbildung nach war die Zunahme der Helligkeit bei *h* sehr schroff und die Dunkelheit bei *F* am grössten. DRAPER hält zunächst den Streifen, der das Spectrum durchsetzt, für von den Aequatorialstreifen des Jupiter herrührend und kommt zu dem Schluss, dass eine leuchtende Materie vorhanden sein müsse, welche Licht in der Aequatorialzone des Jupiter aussendet. Die Temperatur derselben sei nicht ausreichend, um Strahlen höherer Brechbarkeit zu emittiren, wohl aber sende sie Strahlen geringerer Brechbarkeit aus, die der Absorption, welche die Sonnenstrahlen in der Aequatorialgegend des Jupiter erleiden, im weniger brechbaren Theile des Spectrums entgegenwirken. Erst später auf das eigenthümliche Spectrum aufmerksam geworden, hat DRAPER nachträglich ermittelt, dass zur Zeit der Aufnahme der damals vorhandene vielbesprochene rothe Fleck auf der südlichen Hemisphaere des Jupiter auf der Mitte der Scheibe gewesen ist, und diesem schiebt er nun das eigenthümliche Spectrum zu. »It may be that eruptions of heated gases and vapours of various composition, colour, and intensity of incandescence

[1] Monthly Not. Vol. XL (1880) p. 433.

are taking place on the great planet; and a spot which would not be especially conspicuous from its tint to the eye might readily modify the spectrum in the manner spoken of above«[1].

Es liegt nun eine am 26. September 1879 auf der Sternwarte Dun Echt von den HH. R. COPELAND und J. G. LOHSE angestellte Beobachtung vor[2], die zu einer Zeit ausgeführt ist, wo ebenfalls der rothe Fleck auf der Mitte der Jupitersscheibe war. Auch diese Beobachter hatten den Spalt senkrecht zur Richtung der Streifen gestellt, um das Spectrum der letzteren zu untersuchen. Sie fanden dasselbe genau meinen früheren Beobachtungen über die Streifen[3] entsprechend; es zeigte sich als dunkles Band vom äussersten Roth bis λ 453 $\mu\mu$, am dunkelsten in der Nähe von *F*. Als die Beobachter, nachdem sie inzwischen das Spectrum der Satelliten beobachtet hatten, wieder verschiedene Theile der Jupitersscheibe untersuchten, fanden sie, dass der rothe Fleck auf der südlichen Halbkugel, der sich gerade auf der Mitte der Scheibe befand, eine ähnliche Verdunkelung des Spectrums hervorbrachte, wie die Aequatorialstreifen; sie fügen die Bemerkung hinzu: »The absorption seemed to be more restricted to the region of spectrum near *b* and *F* than in previous observation«.

Diese Beobachtung lässt sich nun nicht gut in Einklang bringen mit dem, was die DRAPER'sche Platte zeigt. Es kann unmöglich das Spectrum des Flecks zwischen *G* und *F* heller sein als die Umgebung (im Negativ dunkler), wenn im sichtbaren Theile des Spectrums der Einfluss des Flecks ein derartiger ist, dass derselbe vom »äussersten Roth« an dunkler als die Umgebung ist. Man könnte daher nur annehmen, dass thatsächlich am folgenden Tag eine ganz besondere Eruption aus dem Innern des Planeten stattgefunden habe und der Fleck bei directer Betrachtung nicht dunkler, wie gewöhnlich, sondern heller als die übrigen Theile der Scheibe gewesen sei. Dagegen spricht aber eine in Potsdam von Hrn. Dr. O. LOHSE ausgeführte Beobachtung, nach welcher der Fleck am 27. September 1879 wohl sehr intensiv roth gefärbt, aber sonst nicht abweichend von anderen Tagen erschienen ist.

Es bleibt daher wohl nur die Annahme, in der man noch sehr beim Anblick der Abbildung bestärkt wird, übrig, dass ein Fehler in der photographischen Schicht die Ursache der eigenthümlichen Erscheinung gewesen sei.

Über das Spectrum des rothen Flecks, der in den Jahren 1880 bis 1883 ein sehr auffallendes, das allseitige Interesse erregendes

[1] a. a. O. p. 435.
[2] Monthly Not. Vol. XL p. 87.
[3] a. a. O. p. 33.

Intensität abnehmend, sich von λ 586 $\mu\mu$ bis λ 584 $\mu\mu$ erstreckt und bisher nicht als tellurische Liniengruppe bekannt ist. Die in dieser Gegend des Sonnenspectrums befindlichen Linien haben die Entscheidung wohl etwas erschwert, aber eine Irreführung durch dieselben scheint ausgeschlossen. Die Sichtbarkeit dieses Bandes ist Veränderungen unterworfen, die nach der Ansicht der Beobachter möglicherweise von dem Zustande der Atmosphaere des Planeten abhängen.

Ich glaube, dass noch weitere Beobachtungen auch von anderer Seite abgewartet werden müssen, um die Frage zum definitiven Abschluss zu bringen, möchte jedoch nicht unerwähnt lassen, dass eine Marsatmosphaere sich auch bei den photometrischen Beobachtungen von Hrn. Prof. Müller[1] deutlich zu erkennen gegeben hat, entgegen der früheren Ansicht, die auf wenigen Beobachtungen Zöllner's basirte, dass die Atmosphaere des Mars ganz ausserordentlich dünn sein müsse, indem sich Mars, in verschiedenen Phasen beobachtet, ähnlich wie unser Mond verhalte. Die Müller'schen Beobachtungen zeigen, dass Mars in seinem photometrischen Verhalten ein Zwischenglied zwischen Mercur und Mond einerseits und Jupiter und Venus andererseits bildet, und dass seine Atmosphaere in Bezug auf Dichtigkeit wohl am ersten mit der unserer Erde zu vergleichen ist. Hiernach wäre es wohl kaum zu erwarten, dass sich spectroskopisch gar keine Anzeichen einer Gashülle erkennen lassen sollten.

Jupiter.

Mit dem Spectrographen III ist am 22. October 1891 eine Aufnahme des Jupitersspectrums gemacht worden. Es erstreckt sich von λ 487 $\mu\mu$ bis λ 380 $\mu\mu$; in demselben sind nur 15 Fraunhofer'sche Linien mit Sicherheit wahrzunehmen, da der Spalt ziemlich weit geöffnet war. Keinerlei Abweichungen vom Sonnenspectrum sind zu erkennen. Eine Aufnahme vom 24. October desselben Jahres mit Spectrograph II ist vorzüglich gelungen. Das Spectrum ist von *F* bis *H* zu verfolgen. Es ist von *F* bis λ 446 $\mu\mu$ sehr schwach, und nur wenige Linien sind in diesem Theile des Spectrums sichtbar; ähnlich verhält es sich mit dem violetten Ende, welches von λ 405 $\mu\mu$ bis *H* recht matt ist. Der übrige Theil des Spectrums ist aber sehr linienreich; es konnten über 100 Linien des Jupitersspectrums mit Linien des Sonnenspectrums identificirt werden, und ich lasse hier die Beob-

---

[1] Publ. des Astroph. Obs. Bd. IX, p. 330.

achtungen an einem kleinen, specieller untersuchten Stück des Spectrums folgen.

W. L. (μμ)		W. L. (μμ)	
427.18	Starke Linie.	419.56	Linie.
426.80	Streifen.	{419.20	Starke Linie.
426.43	Matter Streifen.	{418.75	Sehr starke Linie.
426.05	Starke Linie.	418.50	Linie.
425.50	Streifen.	418.20	Linie.
425.05	Streifen, nach Violett verwaschen.	417.80	Linie.
424.63	Breiter Streifen.	417.30	Streifen.
424.30	Streifen.	416.77	Starke Linie.
424.00 } 423.82 }	Liniensystem.	416.58	Zarte Linie.
423.60	Linie.	416.40	Linie.
423.35	Linie.	416.15	Linie.
422.99	Linie.	415.91	Linie.
422.70	Sehr starke Linie.	415.68 } 415.45 }	Liniensystem.
422.48	Streifen.	415.22	Linie.
422.25	Linie.	415.00	Streifen.
421.95	Linie.	414.80	Linie.
421.76	Linie.	414.40	Sehr starke Linie.
421.60	Starke Linie.	414.23	Linie.
421.05	Linie.	414.02	Linie.
420.70	Linie.	413.70	Linie.
420.40	Linie.	{413.48	Starke Linie.
{420.20	Scharfe Linie.	{413.23	Starke Linie.
{420.01	Deutlich, scharf.		
{419.88	Sehr scharfe Linie.		

Während bei den eben erwähnten Aufnahmen der Spalt des Spectrographen parallel zur Richtung der täglichen Bewegung stand, demnach auch nahezu parallel der Richtung der Streifen, ist bei vier Aufnahmen vom 1. November 1894, die mit dem Apparat IV aufgenommen worden sind, der Spalt senkrecht zur Richtung der Streifen gestellt worden, um etwaige Verschiedenheiten in der Intensität des Spectrums der auffällig roth gefärbten Aequatorialstreifen im Vergleich zu dem übrigen Theile der Scheibe aufzufinden. Von den vorzüglich gelungenen Aufnahmen zeigt die eine, bei 2^{m} Exposition hergestellt, etwa 70 Linien, die mit dem Sonnenspectrum übereinstimmen; die drei anderen Platten (zwei mit je 3^{m}, eine mit 4^{m} Exposition) lassen 66 Linien in den Spectren erkennen. Die beiden Aequatorialstreifen markiren sich sehr deutlich; sie erscheinen im Negativ als helle Streifen, welche der Länge nach das Spectrum durchsetzen. Die Helligkeit dieser Streifen nimmt deutlich nach Violett hin zu; in der Gegend zwischen *F* und *G* ist dagegen der Contrast zwischen dem Spectrum der Aequatorialstreifen und dem Spectrum der nebenliegenden Theile der Planetenscheibe nur gering. Irgend eine andere Verschiedenheit, als die der stärkeren allgemeinen Absorption ist im Spectrum der Aequatorialstreifen nicht zu erkennen.

Von Huggins liegen zwei Spectrogramme des Jupiter aus dem Jahre 1878 mit dem Spectrum des Himmelsgrundes zu beiden Seiten des Planetenspectrums vor; ersteres erstreckt sich auf der einen Aufnahme nur wenig über *K* ins Ultraviolett hinaus, während das Planetenspectrum bis λ 333 $\mu\mu$ noch kräftig ist und sich bis λ 326 $\mu\mu$ verfolgen lässt. Das schwache Vergleichsspectrum gestattet nur einen Vergleich der Hauptlinien des Planetenspectrums mit dem Sonnenspectrum; der Vergleich nach dem Atlas ergab die vollste Übereinstimmung von 57 Linien des ersteren mit Fraunhofer'schen Linien.

Die zweite Aufnahme ist weniger gut; es sind nur 15 bis 20 Linien mit Bestimmtheit zu erkennen, die mit Linien des Himmelsgrundes vollkommen übereinstimmen.

Eine merkwürdige Beobachtung über das Jupiterspectrum, die zu einem Artikel mit der Überschrift »On a Photograph of Jupiter's Spectrum showing Evidence of Intrinsic Light from that Planet«[1] Veranlassung gab, liegt von Henry Draper vor. Am 27. September 1879 hatte Draper ein Spectrum des Jupiter bei zur Richtung der Aequatorialstreifen senkrechter Stellung des Spaltes aufgenommen, und es zeigte sich, dass ein schmales Band das Spectrum nahe der Mitte desselben durchzog. Die Helligkeit dieses Bandes war ungleich; es war von *h* bis über *H* hinaus sehr viel heller (im Negativ) als das Spectrum der nebenliegenden Theile der Planetenscheibe, wurde von *h* nach dem Roth zu immer weniger hell und war in der Gegend zwischen *G* und *F* sogar dunkler als die Umgebung. Der Abbildung nach war die Zunahme der Helligkeit bei *h* sehr schroff und die Dunkelheit bei *F* am grössten. Draper hält zunächst den Streifen, der das Spectrum durchsetzt, für von den Aequatorialstreifen des Jupiter herrührend und kommt zu dem Schluss, dass eine leuchtende Materie vorhanden sein müsse, welche Licht in der Aequatorialzone des Jupiter aussendet. Die Temperatur derselben sei nicht ausreichend, um Strahlen höherer Brechbarkeit zu emittiren, wohl aber sende sie Strahlen geringerer Brechbarkeit aus, die der Absorption, welche die Sonnenstrahlen in der Aequatorialgegend des Jupiter erleiden, im weniger brechbaren Theile des Spectrums entgegenwirken. Erst später auf das eigenthümliche Spectrum aufmerksam geworden, hat Draper nachträglich ermittelt, dass zur Zeit der Aufnahme der damals vorhandene vielbesprochene rothe Fleck auf der südlichen Hemisphaere des Jupiter auf der Mitte der Scheibe gewesen ist, und diesem schiebt er nun das eigenthümliche Spectrum zu. »It may be that eruptions of heated gases and vapours of various composition, colour, and intensity of incandescence

[1] Monthly Not. Vol. XL (1880) p. 433.

are taking place on the great planet; and a spot which would not be especially conspicuous from its tint to the eye might readily modify the spectrum in the manner spoken of above«[1].

Es liegt nun eine am 26. September 1879 auf der Sternwarte Dun Echt von den HH. R. Copeland und J. G. Lohse angestellte Beobachtung vor[2], die zu einer Zeit ausgeführt ist, wo ebenfalls der rothe Fleck auf der Mitte der Jupitersscheibe war. Auch diese Beobachter hatten den Spalt senkrecht zur Richtung der Streifen gestellt, um das Spectrum der letzteren zu untersuchen. Sie fanden dasselbe genau meinen früheren Beobachtungen über die Streifen[3] entsprechend; es zeigte sich als dunkles Band vom äussersten Roth bis λ 453 $\mu\mu$, am dunkelsten in der Nähe von *F*. Als die Beobachter, nachdem sie inzwischen das Spectrum der Satelliten beobachtet hatten, wieder verschiedene Theile der Jupitersscheibe untersuchten, fanden sie, dass der rothe Fleck auf der südlichen Halbkugel, der sich gerade auf der Mitte der Scheibe befand, eine ähnliche Verdunkelung des Spectrums hervorbrachte, wie die Aequatorialstreifen; sie fügen die Bemerkung hinzu: »The absorption seemed to be more restricted to the region of spectrum near *b* and *F* than in previous observation«.

Diese Beobachtung lässt sich nun nicht gut in Einklang bringen mit dem, was die Draper'sche Platte zeigt. Es kann unmöglich das Spectrum des Flecks zwischen *G* und *F* heller sein als die Umgebung (im Negativ dunkler), wenn im sichtbaren Theile des Spectrums der Einfluss des Flecks ein derartiger ist, dass derselbe vom »äussersten Roth« an dunkler als die Umgebung ist. Man könnte daher nur annehmen, dass thatsächlich am folgenden Tag eine ganz besondere Eruption aus dem Innern des Planeten stattgefunden habe und der Fleck bei directer Betrachtung nicht dunkler, wie gewöhnlich, sondern heller als die übrigen Theile der Scheibe gewesen sei. Dagegen spricht aber eine in Potsdam von Hrn. Dr. O. Lohse ausgeführte Beobachtung, nach welcher der Fleck am 27. September 1879 wohl sehr intensiv roth gefärbt, aber sonst nicht abweichend von anderen Tagen erschienen ist.

Es bleibt daher wohl nur die Annahme, in der man noch sehr beim Anblick der Abbildung bestärkt wird, übrig, dass ein Fehler in der photographischen Schicht die Ursache der eigenthümlichen Erscheinung gewesen sei.

Über das Spectrum des rothen Flecks, der in den Jahren 1880 bis 1883 ein sehr auffallendes, das allseitige Interesse erregendes

[1] a. a. O. p. 435.
[2] Monthly Not. Vol. XL p. 87.
[3] a. a. O. p. 33.

Object war, habe ich wiederholt Beobachtungen angestellt, jedoch nie die geringsten Abweichungen vom Spectrum der Aequatorialstreifen des Jupiter finden können.

Über die Satelliten des Jupiter, deren Spectra ich früher untersucht hatte, ist aus neuerer Zeit nur eine Beobachtung von Copeland und Lohse in Dun Echt anzuführen.[1] Die Beobachter konnten in dem continuirlichen Spectrum keine Linien erkennen. Die Bemerkung, dass sich im Spectrum des dritten Mondes bei starker Verbreiterung des Spectrums mit Cylinderlinse zeitweilig ein dunkler Längsstreifen gebildet habe, als ob der Mond einen Aequatorialstreifen hätte, will ich nur der Vollständigkeit wegen hier anführen. Werth dürfte der Wahrnehmung nicht beizulegen sein, da bei Anwendung einer Cylinderlinse ein etwa vorhandener Aequatorialstreifen überhaupt nicht sichtbar werden kann. Ähnliche Erscheinungen, wie die beobachtete, kommen auch bei stark verbreiterten Fixsternspectren vor.

Ich habe auf Grund meiner früheren Beobachtungen die Vermuthung ausgesprochen, dass in den Spectren der Monde die für das Jupitersspectrum so charakteristischen Linien im Roth vorhanden wären, was dafür sprechen würde, dass die Monde mit ähnlichen Atmosphaeren umgeben seien, wie der Hauptkörper. Bisher scheinen aber von anderer Seite Beobachtungen hierüber nicht gemacht worden zu sein, die doch mit grossen Instrumenten mit Aussicht auf Erfolg ausgeführt werden könnten.

Photogramme von den Satelliten sind in Potsdam angefertigt worden. Hr. Wilsing hat am 25. und 26. November 1892 spectrographische Aufnahmen vom III. Satelliten gemacht. Die Expositionszeiten betrugen 20^m und 30^m. Auf der ersten Aufnahme reicht das Spectrum von λ 487$\mu\mu$ bis λ 370$\mu\mu$; es ist sehr kräftig, in der Gegend bei G sogar etwas überexponirt und zeigt 40 Fraunhofer'sche Linien. Die zweite Aufnahme lässt 44 Linien erkennen. Am 14. Januar 1895 ausgeführte Aufnahmen der Satelliten I, II und IV zeigen gleichfalls einige Fraunhofer'sche Linien.

Saturn.

Vom Saturn liegt nur ein in Potsdam angefertigtes Spectrogramm vom 17. März 1892 vor. Bei 15^m Exposition ist ein kräftiges Spectrum entstanden, welches sich von F bis H_ζ erstreckt, und in dem etwa 30 Fraunhofer'sche Linien sichtbar sind. Der Spalt ist etwas weit gewesen, und in Folge dessen fliessen die feinen Linien zu Gruppen

---

[1] Monthly Not. Vol. XL p. 88.

zusammen. Linienarme schmale Streifen im Spectrum bei H_γ und bei G und auch an einigen anderen Stellen des Spectrums erscheinen auffallend hell und machen auf den ersten Blick den Eindruck von hellen Linien; ein am 5. März 1892 bei derselben Spaltstellung aufgenommenes Mondspectrum zeigt aber ganz dieselbe Erscheinung. Abweichungen vom Sonnenspectrum sind nicht zu bemerken.

Von HUGGINS sind zwei Aufnahmen aus dem Jahre 1887 vorhanden. Die eine vom 23. März, Expositionszeit 1^h, ist dadurch merkwürdig, dass das Spectrum auffallend weit ins Ultraviolett — bis λ 315 $\mu\mu$ — zu verfolgen ist. Der Spalt ist weit gewesen, und deshalb sind nur 12 Linien mit Sicherheit zu erkennen. Eine weniger gute Aufnahme vom 19. März, etwa 20^m Expositionszeit, zeigt nur die Linien H_γ, G, H, K und zwei Liniengruppen im Ultraviolett. Aus dem Jahre 1889 liegen von Mr. und Mrs. HUGGINS sechs Aufnahmen vor, die noch besonderes Interesse dadurch bieten, dass der Spalt so gestellt worden war, dass neben dem Spectrum der Saturnskugel auch das Spectrum der Ansen der Ringe erscheint. Nicht der geringste Unterschied ist zwischen dem Planetenspectrum und dem Spectrum der Ringstücke, die besonders auf drei Platten deutlich getrennt erscheinen, zu erkennen.

Von diesen sechs Aufnahmen sind drei wenig detailreich, und nur die Hauptlinien sind im Planetenspectrum, sowie in dem gleichzeitig mit erscheinenden Spectrum des hellen Himmelsgrundes zu erkennen. Eine vierte Aufnahme, ohne Vergleichsspectrum, zeigt im Ultraviolett zwischen H und λ 344 $\mu\mu$ 22 Linien. Das Spectrum lässt sich noch bis λ 330 $\mu\mu$ verfolgen; im Ganzen sind in demselben über 30 Fraunhofer'sche Linien zu erkennen. Bei H_γ und vor H zeigen sich dunkle Streifen im Negativ, die wie von hellen Linien herrührend aussehen, ähnlich wie auf dem Potsdamer Spectrogramm. Auf der fünften Aufnahme fehlen diese dunklen Linien, der Spalt ist entschieden enger gewesen; das Spectrum erstreckt sich nur wenig ins Ultraviolett. Im Ganzen sind 20 Linien im Planetenspectrum sichtbar; die Übereinstimmung mit dem Sonnenspectrum ist vollkommen. Von Fraunhofer'schen Linien sind auf der sechsten Aufnahme zu identificiren H_γ, λ 432.5 $\mu\mu$, G, h (H_δ), H, K, über 20 Linien brechbarer als K. F ist nicht sichtbar, aber noch 3 Linien zwischen F und G sind erkennbar. Alle Linien stimmen mit Linien des hellen Himmelsgrundes überein.

Hr. LOCKYER hatte in einer Note vom 17. Februar 1889[1] darauf aufmerksam gemacht, dass es bei der mehr und mehr sich befestigenden Hypothese, die Ringe Saturns seien aus meteorartig kleinen Körper-

---

[1] Astr. Nachr. Nr. 2881.

Object war, habe ich wiederholt Beobachtungen angestellt, jedoch nie die geringsten Abweichungen vom Spectrum der Aequatorialstreifen des Jupiter finden können.

Über die Satelliten des Jupiter, deren Spectra ich früher untersucht hatte, ist aus neuerer Zeit nur eine Beobachtung von Copeland und Lohse in Dun Echt anzuführen.[1] Die Beobachter konnten in dem continuirlichen Spectrum keine Linien erkennen. Die Bemerkung, dass sich im Spectrum des dritten Mondes bei starker Verbreiterung des Spectrums mit Cylinderlinse zeitweilig ein dunkler Längsstreifen gebildet habe, als ob der Mond einen Aequatorialstreifen hätte, will ich nur der Vollständigkeit wegen hier anführen. Werth dürfte der Wahrnehmung nicht beizulegen sein, da bei Anwendung einer Cylinderlinse ein etwa vorhandener Aequatorialstreifen überhaupt nicht sichtbar werden kann. Ähnliche Erscheinungen, wie die beobachtete, kommen auch bei stark verbreiterten Fixsternspectren vor.

Ich habe auf Grund meiner früheren Beobachtungen die Vermuthung ausgesprochen, dass in den Spectren der Monde die für das Jupitersspectrum so charakteristischen Linien im Roth vorhanden wären, was dafür sprechen würde, dass die Monde mit ähnlichen Atmosphaeren umgeben seien, wie der Hauptkörper. Bisher scheinen aber von anderer Seite Beobachtungen hierüber nicht gemacht worden zu sein, die doch mit grossen Instrumenten mit Aussicht auf Erfolg ausgeführt werden könnten.

Photogramme von den Satelliten sind in Potsdam angefertigt worden. Hr. Wilsing hat am 25. und 26. November 1892 spectrographische Aufnahmen vom III. Satelliten gemacht. Die Expositionszeiten betrugen 20^m und 30^m. Auf der ersten Aufnahme reicht das Spectrum von λ 487 $\mu\mu$ bis λ 370 $\mu\mu$; es ist sehr kräftig, in der Gegend bei *G* sogar etwas überexponirt und zeigt 40 Fraunhofer'sche Linien. Die zweite Aufnahme lässt 44 Linien erkennen. Am 14. Januar 1895 ausgeführte Aufnahmen der Satelliten I, II und IV zeigen gleichfalls einige Fraunhofer'sche Linien.

Saturn.

Vom Saturn liegt nur ein in Potsdam angefertigtes Spectrogramm vom 17. März 1892 vor. Bei 15^m Exposition ist ein kräftiges Spectrum entstanden, welches sich von *F* bis H_ζ erstreckt, und in dem etwa 30 Fraunhofer'sche Linien sichtbar sind. Der Spalt ist etwas weit gewesen, und in Folge dessen fliessen die feinen Linien zu Gruppen

---

[1] Monthly Not. Vol. XL p. 88.

zusammen. Linienarme schmale Streifen im Spectrum bei H_γ und bei G und auch an einigen anderen Stellen des Spectrums erscheinen auffallend hell und machen auf den ersten Blick den Eindruck von hellen Linien; ein am 5. März 1892 bei derselben Spaltstellung aufgenommenes Mondspectrum zeigt aber ganz dieselbe Erscheinung. Abweichungen vom Sonnenspectrum sind nicht zu bemerken.

Von HUGGINS sind zwei Aufnahmen aus dem Jahre 1887 vorhanden. Die eine vom 23. März, Expositionszeit 1^h, ist dadurch merkwürdig, dass das Spectrum auffallend weit ins Ultraviolett — bis λ 315$\mu\mu$ — zu verfolgen ist. Der Spalt ist weit gewesen, und deshalb sind nur 12 Linien mit Sicherheit zu erkennen. Eine weniger gute Aufnahme vom 19. März, etwa 20^m Expositionszeit, zeigt nur die Linien H_γ, G, H, K und zwei Liniengruppen im Ultraviolett. Aus dem Jahre 1889 liegen von Mr. und Mrs. HUGGINS sechs Aufnahmen vor, die noch besonderes Interesse dadurch bieten, dass der Spalt so gestellt worden war, dass neben dem Spectrum der Saturnskugel auch das Spectrum der Ansen der Ringe erscheint. Nicht der geringste Unterschied ist zwischen dem Planetenspectrum und dem Spectrum der Ringstücke, die besonders auf drei Platten deutlich getrennt erscheinen, zu erkennen.

Von diesen sechs Aufnahmen sind drei wenig detailreich, und nur die Hauptlinien sind im Planetenspectrum, sowie in dem gleichzeitig mit erscheinenden Spectrum des hellen Himmelsgrundes zu erkennen. Eine vierte Aufnahme, ohne Vergleichsspectrum, zeigt im Ultraviolett zwischen H und λ 344$\mu\mu$ 22 Linien. Das Spectrum lässt sich noch bis λ 330$\mu\mu$ verfolgen; im Ganzen sind in demselben über 30 Fraunhofer'sche Linien zu erkennen. Bei H_γ und vor H zeigen sich dunkle Streifen im Negativ, die wie von hellen Linien herrührend aussehen, ähnlich wie auf dem Potsdamer Spectrogramm. Auf der fünften Aufnahme fehlen diese dunklen Linien, der Spalt ist entschieden enger gewesen; das Spectrum erstreckt sich nur wenig ins Ultraviolett. Im Ganzen sind 20 Linien im Planetenspectrum sichtbar; die Übereinstimmung mit dem Sonnenspectrum ist vollkommen. Von Fraunhofer'schen Linien sind auf der sechsten Aufnahme zu identificiren H_γ, λ 432.5$\mu\mu$, G, h (H_δ), H, K, über 20 Linien brechbarer als K. F ist nicht sichtbar, aber noch 3 Linien zwischen F und G sind erkennbar. Alle Linien stimmen mit Linien des hellen Himmelsgrundes überein.

Hr. LOCKYER hatte in einer Note vom 17. Februar 1889[1] darauf aufmerksam gemacht, dass es bei der mehr und mehr sich befestigenden Hypothese, die Ringe Saturns seien aus meteorartig kleinen Körper-

[1] Astr. Nachr. Nr. 2881.

chen zusammengesetzt, von Interesse wäre, das Spectrum der Ringe zu untersuchen. Falls nämlich Zusammenstösse dieser kleinen Körperchen unter Gas- und Lichtentwickelung stattfänden, könnte möglicherweise dadurch das Spectrum modificirt werden. Er wurde durch den Anblick der Photographien des Saturn von den Gebrüdern Henry, auf welchen die Ringe noch viel heller als die Planetenscheibe erschienen, als das bei directen Beobachtungen der Fall ist, zu dieser Vermuthung geführt.

Aus den Huggins'schen Aufnahmen geht, wie ich bereits erwähnt habe, mit Bestimmtheit hervor, dass ein Unterschied zwischen dem Spectrum des Planeten und dem der Ringe in dem brechbareren Theile des Spectrums nicht stattfindet, und auch für den sichtbaren Theil des Spectrums ist dies durch Hrn. Keeler nachgewiesen worden, der, durch die Notiz Lockyer's veranlasst, das Spectrum des Saturn und seiner Ringe auf dem Lick-Observatorium untersucht hat. Die Beobachtungen Keeler's sind in den Astr. Nachr. (Nr. 2927) niedergelegt, und ich verweise auf diese vorzügliche Abhandlung, in welcher die Lockyer'schen Ideen sehr gründlich zurückgewiesen werden und namentlich auch darauf aufmerksam gemacht wird, dass, wenn ein Selbstleuchten der Ringe in irgend welcher Art stattfände, es sich am ehesten dadurch zeigen würde, dass die Ringe im Schatten des Planeten sichtbar wären.

Bei der Untersuchung des Spectrums der Ringe konnte Keeler meine früheren Beobachtungen, die wegen der Kleinheit des Brennpunktsbildes vom Saturn im Bothkamper Refractor grosse Schwierigkeit boten, bestätigen, indem er fand, dass im Spectrum der Ringe das für das Spectrum des Saturn so charakteristische Absorptionsband $\lambda\, 618 \mu\mu$ fehlt.

Die grössere Helligkeit der Ringe im Vergleich zum Planeten überhaupt und insbesondere für die chemisch wirksamsten Strahlen erklärt sich aus dem Mangel einer Atmosphaere der Ringe, während die Atmosphaere des Planeten selbst ausserordentlich stark ist, ganz ungezwungen.

Uranus.

Nach einigen vergeblichen Versuchen gelang es am 23. April 1892 Hrn. Frost, mit Apparat III bei einer Exposition von $1^h 20^m$ eine gute Aufnahme des Uranusspectrums zu erhalten. Das Spectrum hat seine grösste Intensität zwischen F und G, da wegen des tiefen Standes des Planeten die violetten und ultravioletten Theile sehr geschwächt wurden. Es lässt sich noch bis zu der Linie H verfolgen, K ist nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen. Die Messungen ergaben das Vorhandensein folgender Linien, denen ich zum Vergleich die entsprechenden Linien des Sonnenspectrums beigefügt habe.

Uranusspectrum W. L. ($\mu\mu$)		Sonnenspectrum W. L. ($\mu\mu$)	
446:	Ziemlich breiter Streifen.	445.8	Ausgedennte Liniengruppe.
444:	Desgl.	444.3	Mehrere Linien.
438.3	Schmaler Streifen.	438.4	Sehr starke Linie.
434.1	Desgl.	434.1	Starke Linie $H\gamma$ und Liniengruppe.
432.5	Breite Linie.	432.5	Starke Linie in einer Liniengruppe.
432.0	Auffallend dunkle Stelle im negativen Spectrum.	431.7	Linienarme Gegend.
431.0	Breiter, verwaschener Streifen.	430.8	Breite Liniengruppe *G*.
430.0	Schmaler Streifen.	430.0	Gruppe von Linien, zur Liniengruppe *G* gehörig.
429.1	Desgl.	429.1	Liniengruppe.
428.8	Desgl.		
427.5	Breit und stark.	427.5	Linie. } Kann bei schwacher Zerstreuung als breite Linie wirken.
		427.2	Starke Doppellinie. } Kann bei schwacher Zerstreuung als breite Linie wirken.
426.0	Schmal.	426.0	Doppellinie in einer Gruppe zarter Linien.
424.0	Gut sichtbar.	422.7	Starke Linie.
420.0	Desgl.	420.0	Gruppe stärkerer Linien.
415.7	Sehr matt.	415.5	Liniengruppe.
414.5	Sehr schwach.	414.4	Starke Doppellinie.
413.5	Desgl.	413.3	Starke Linien.
410.1	Deutliche Linie.	410.2	Starke Linie, von zarten Linien umgeben; *h*.
397:	Breiter Streifen.	396.9	*H*.

Von Mr. und Mrs. HUGGINS ist eine wohlgelungene Aufnahme (2^m Exposition) des Uranusspectrums vom 3. Juni 1889 vorhanden, auf welcher das Spectrum des Planeten weiter ins Ultraviolett zu verfolgen ist, als auf dem Potsdamer Photogramm. Das Maximum der Intensität des Spectrums liegt bei dieser Aufnahme bei *G*. Zu beiden Seiten des Spectrums befindet sich ein sehr schönes detailreiches Tageslichtspectrum, welches erst am nächsten Morgen, bei Anwendung eines erheblich engeren Spalts, aufgenommen wurde. Es lässt daher zwar keinen directen Vergleich mit dem Planetenspectrum zu, bietet aber doch sehr erwünschte Anhaltspunkte.

Die von mir ausgeführten Messungen an dieser Platte haben folgende Wellenlängen für die Linien oder die infolge des etwas weiten Spaltes zu einem Bande zusammenfliessenden Liniengruppen ergeben. Auch hier habe ich die Wellenlängen der in Frage kommenden Linien des Sonnenspectrums beigefügt.

Uranusspectrum W. L. ($\mu\mu$)		Sonnenspectrum W. L. ($\mu\mu$)	
486:	Matte Linie.	486.2	*F*.
434.0	Linie.	434.1	Starke Linie H_γ und Liniengruppe.
432.2	Desgl.	432.5	Starke Linie in einer Liniengruppe.
430.5	Breiter Streifen, nach Violett verwaschen.	430.5	Mitte der Liniengruppe *G*.
410.1	Deutliche Linie.	410.2	Starke Linie, *h*.

Uranusspectrum W. L. ($\mu\mu$)		Sonnenspectrum W. L. ($\mu\mu$)	
397.2	Breiter heller Streifen (im Negativ).	396.9	*H*.
393.5	Desgl.	393.4	*K*.
388.0	Matter Streifen.	387.9	Starke Linie in einer Gruppe intensiver Linien.
383.3	Breiter Streifen.	383.3	Gruppe starker Linien.
379.5	Streifen.	379.5	Desgl.
375.0	Linien, eben zu sehen.	374.8	Desgl.
373.7	Linien, eben zu sehen.	373.6	Desgl.
372.5	Linien, eben zu sehen.	372.2	Desgl.
363	Breiter Streifen	362.5	Mitte eines aus mehreren Liniensystemen bestehenden breiten Streifens.
358.0	Sehr breiter Streifen. Kaum sichtbar.	358.4	Gruppe breiter Linien.
356.5	Streifen. Kaum sichtbar.	356.7	Liniengruppe.

Die beiden in Potsdam und in London gefertigten Aufnahmen, die sich in vorzüglicher Weise ergänzen, liefern den Beweis, dass weder Absorptionsbänder noch helle Linien in dem brechbareren Theile des Uranusspectrums auftreten, wohl aber zahlreiche Fraunhofer'sche Linien, und dass somit die Behauptung Lockyer's, das Uranusspectrum sei als ein Emissionsspectrum anzusehen,[1] gänzlich hinfällig ist.

Die sorgfältige Untersuchung über den sichtbaren Theil des Uranusspectrums, die Hr. Keeler mit dem 36 zölligen Refractor der Lick-Sternwarte gemacht hat[2], ist in vollkommenem Einklang mit diesem Ergebniss. Er erwähnt ausdrücklich, dass die Helligkeit gewisser Stellen des Spectrums im Gelb und Grün bei Anwendung schwacher Dispersion den Eindruck des Selbstleuchtens gemacht habe, als er das Uranusspectrum zum ersten Male beobachtete; fortgesetzte Untersuchungen mit verschiedenen Spectroskopen hätten ihn aber überzeugt, dass dieser erste Eindruck illusorisch und nur durch den Contrast der hellen Stellen des continuirlichen Spectrums zu den dunklen Absorptionsbändern hervorgebracht sei.

Es ist Hrn. Keeler gelungen, selbst die continuirlichen Spectra der beiden äusseren Satelliten des Uranus zu sehen.

Ich entnehme aus der Abhandlung noch die Beschreibung des Uranusspectrums und füge zum Vergleich eine Zusammenfassung meiner früheren Beobachtungen, mit Weglassung des nicht genügend sicher verbürgten Details, hinzu. Auf die ganz vorzügliche Abbildung des sichtbaren Spectrums, die der Keeler'schen Abhandlung beigefügt ist, mache ich noch besonders aufmerksam; sie entspricht vollkommen dem Anblick im Prismenspectroskop und ist derjenigen, welche ich meiner oft erwähnten Abhandlung über die Planetenspectra beigegeben habe, insofern vorzuziehen, als diese der Verkürzung des prismatischen Spectrums nach Roth zu nicht Rechnung trägt. Die Übereinstimmung der Abbil-

---

[1] Astr. Nachr. Nr. 2904. [2] Astr. Nachr. Nr. 2927.

dungen sowohl, wie die der folgenden Messungen, ist in Anbetracht des äusserst schwierigen Objects eine sehr gute.

Keeler W. L. ($\mu\mu$)	Keeler	Vogel W. L. ($\mu\mu$)	Vogel
618.2	Mitte eines Absorptionsbandes, welches als das stärkste im Spectrum erscheint. Die Ränder sind ziemlich gut begrenzt. Bei Anwendung der engsten Spaltstellung, die zulässig war, wurde die Breite dieses Bandes nur wenig verändert, woraus hervorgeht, dass es wirklich ein breites Band ist, ähnlich den entsprechenden Bändern im Spectrum des Jupiter und Saturn.	618.0	Intensivste Stelle eines Absorptionsbandes, dessen Breite 5 bis 6 $\mu\mu$ W. L.-Unterschied entspricht (etwas weniger auffallend als λ 543 $\mu\mu$).
(608.5	Hellste Stelle des Spectrums im Roth.)		
596.1	Dunkles Absorptionsband, welches gleichzeitig mit dem Spalt schmaler wird; daher eine vergleichsweise scharfe Linie.	596.0	Ziemlich schwacher, schmaler Streifen.
(586.8	Hellster Theil des Spectrums, im Gelb.)		
576.8	Dunkelster Theil eines breiten Absorptionsbandes mit schlecht definirten Grenzen. Die Mitte des Bandes liegt bei ungefähr λ 575 $\mu\mu$, und an dieser Stelle ist eine geringe Aufhellung sichtbar. Das Band besteht anscheinend aus mehreren schmaleren. Es ist schärfer begrenzt nach der weniger brechbaren Seite als nach der brechbareren hin.	573.8	Intensivste Stelle eines beiderseitig verwaschenen, aber nach Roth etwas besser begrenzten Streifens von einer Breite von 10 $\mu\mu$ W. L.-Unterschied (etwas schwächer als λ 618 $\mu\mu$). Bem. Nach der Messung von Keeler ist das Band identisch mit der tellurischen Gruppe δ.
(564	Helle Stelle im Grün.)		
		558	Matte Linie.
(552	Andere helle Stelle im Grün. Zwischen dieser und der vorigen Stelle befindet sich ein schwacher Schatten.)		
542.5	Mitte eines grossen Absorptionsbandes, welches fast so dunkel wie das bei λ 618 $\mu\mu$, aber etwas breiter ist, und dessen Ränder nicht so scharf begrenzt sind.	542.5	Mitte eines breiten Absorptionsbandes (W. L.-Unterschied der Begrenzung etwa 5 $\mu\mu$); nach Violett etwas verwaschen. Auffallendstes Absorptionsband im Spectrum.
518	Sehr schwaches Band, Position geschätzt. Vielleicht die *b*-Gruppe des Sonnenspectrums.		
509	Anderes sehr schwaches Band; Position geschätzt.	508	Matter Streifen.
485.0	Scharf ausgeprägtes Band, doch bei stärkerer Zerstreuung verwaschen. Wahrscheinlich an der Stelle von *F* (λ 486.2 $\mu\mu$), aber zu stark für eine Linie des Sonnenspectrums und zweifellos durch Absorption in der Atmosphaere des Uranus hervorgebracht.	486.1	Streifen oder breite verwaschene Linie.

Ausgegeben am 24. Januar.

1895.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

17. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Tobler las 'Textkritische Bemerkungen zu Petrarca's Canzoniere'.

Ausgegeben am 24. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

24. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König FRIEDRICH's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, welcher Seine Excellenz der vorgeordnete Hr. Minister Dr. BOSSE beiwohnte, mit folgender Rede.

Es ist eine Doppelfeier, welche die Akademie am heutigen Tage in festlicher Sitzung begeht. Heute ist der Geburtstag König Friedrichs II., in welchem die Akademie nie aufhören wird ihren geistigen Schöpfer dankbar zu verehren. Wir feiern an demselben Tage das Geburtsfest Seiner Majestät des Kaisers und Königs und erneuern die freudigen Gefühle, mit denen wir des Kaisers Eintritt in ein neues Lebensjahr zu begleiten gewohnt sind.

Das Doppelfest, das in dieser Vereinigung zu feiern uns noch lange vergönnt sein möge, lenkt den Blick vorwärts und rückwärts. Wir blicken vorwärts in die Zukunft mit dem zuversichtlichen Vertrauen, dass des Kaisers thatkräftige Hand das Steuer des Staates fürder glücklich lenken und seinem Volke den Frieden und die Segnun-

gen friedlicher Gesittung erhalten und sichern werde; wir blicken zurück in die Vergangenheit an der hehren Gestalt Friedrichs empor, der Preussens Staat auf festen Grund gebaut und in unverwischbaren Zügen ihm den Gang seiner Entwickelung vorgezeichnet hat.

Von Friedrichs Regententugenden, seiner Sorge für den Wohlstand des Landes, Kriegführung und politischen Zielen zu reden — alles von berufenen Männern wiederholt an dieser Stelle besprochen — ist nicht meines Amtes und nicht meines Vermögens. Aber unter den vielen Interessen, die das Andenken an den grossen König zu beleben dienlich sind, darf auch seine Akademie einen Platz beanspruchen, der er, als er bald nach seinem Regierungsantritt die Gründung seines Ahns, des ersten Preussischen Königs, aus beginnendem Verfall zu neuem Leben erweckte, auf lange Zeit das Gepräge seines Geistes aufgedrückt hat. Und oft schon sind Gestalten aus Friedrichs Akademie in glänzenden Bildern hier an unsern Blicken vorüber geführt worden. So möge es gestattet sein, in kurzer Betrachtung die Wirksamkeit der Fridericianischen Akademie aus Einem Gesichtspunkt zu beleuchten, in den Beziehungen derselben zu einem damals wie heute berühmten Gelehrten und Schriftsteller, der ihr selbst zwar nicht angehörte, aber Anregungen von ihr empfing und auf ihren Antrieb litterarische Erzeugnisse hervorgebracht hat, die auch heute noch unvergessen sind. Ich rede von Herder; der viermal an der Lösung von dieser Akademie zum Preise gestellter Fragen, dreimal mit Glück und Erfolg, sich versucht hat. Herder's Schriften 'über den Ursprung der Sprache', 'über Erkennen und Empfinden', 'über den gesunkenen Geschmack', 'über den Einfluss der Regierung auf die Wissenschaft' sind, wie bekannt, solchem Anlass entsprungen. Ihre Entstehung und Bekanntmachung liegt in dem knappen Zeitraum der zehn Jahre von 1770–1780, und fällt in Herder's Bückeburger und die Anfänge seiner Weimarer Zeit. Nimmt man hinzu, dass er in demselben Jahrzehnt noch um anderer Akademien und gelehrter Gesellschaften Preise sich beworben, zweimal der Baierischen Akademie, der Göttinger Societät der Wissenschaften, der jüngst gestifteten Gesellschaft der Alterthümer zu Cassel u. a., so verräth sich eine fast zur Manier entwickelte Liebhaberei an dieser Gattung schriftstellerischer Production, die überdies durch gelegentliche Äusserungen von ihm selbst noch einen besonderen Anstrich empfängt, und man ist kaum überrascht, spät am Ende seines Lebens noch einmal diese Lust, in gelehrtem Wettkampf zu ringen und zu siegen, aufblitzen, wenn auch rasch verlöschen, zu sehen. Kein Zweifel, dass dem ehrgeizigen, noch im Aufstreben begriffenen Manne, zumal in Zeiten, wo der Staub feindseliger Polemik, nicht ohne seine Schuld,

ihn umwirbelte, das Urtheil einer angesehenen gelehrten Körperschaft, deren Unparteilichkeit nicht in Frage kam, von besonderem Werthe war. Aber die Wurzeln seiner Neigung lagen anderswo. Nicht dass er wie ein Müssiger, die Hände im Schooss, sehnsüchtig ausgeblickt, von wo ihm Arbeit zugeflogen komme; sondern weil er in eigenen Studien und Forschungen fast den ganzen Bildungsstoff der Zeit erschöpft und die der Klärung bedürftigen Meinungen und Anschauungen selbstthätig durchdacht hatte, stellte mit der Befähigung auch die Lust sich ein, an den aufgeworfenen Fragen seine Kraft zu erproben, und gerüstet, wie er war, auch als Erster auf dem Plan zu erscheinen. So trug er leicht den Zwang, Ziel und Grenzen seiner Untersuchung von Aussen sich vorschreiben zu lassen, und in seiner fragmentistischen Schriftstellernatur, die vieles anfasste, weniges vollendete, empfand er wohl gar eine günstige Wirkung von der Nöthigung, ein abgestecktes Feld zu pflügen und seine schweifenden Ideen zu der geschlossenen Rundung zu zwingen, die ihm den Beifall seiner Richter sichern konnte.

Gleich anderen gelehrten Gesellschaften der Zeit hat auch unsere Akademie in dem Zeitalter Friedrich's des Grossen diese Seite akademischer Wirksamkeit mit Vorliebe gepflegt, und hat in den hier in Frage stehenden Wissenschaften zu wiederholten Malen Probleme auf die Bahn gebracht, die vom Geist der Zeit getragen die denkenden Köpfe in Bewegung setzten: so erwuchsen Leistungen wie (1764) Moses Mendelssohn's Untersuchung 'über die Evidenz in metaphysischen Wissenschaften' oder die noch ältere (1759) von J. D. Michaelis, dem berühmten Orientalisten, 'über den Einfluss der Sprache auf die Meinungen und der Meinungen auf die Sprache', die beide nicht ohne besondere Wirkung vorübergegangen sind.[1] Auch die später von ihr ausgeschriebene Frage über den Ursprung der Sprache, die erste, die an Herder einen Bewerber fand, kam ersichtlich Interessen der Zeit entgegen. Im Jahre 1754 hatte Rousseau in seinem *Discours sur l'origine et les fondemens de l'inégalité parmi les hommes*, auch einer Preisschrift, im Anschluss an die Ausführungen in des Abbé de Condillac *Essai sur l'origine des connoissances humaines*, die Schwierigkeiten entwickelt, die der Annahme entgegen stünden, dass der Mensch der Erfinder seiner Sprache sei, und Moses Mendelssohn zwei Jahre später durch seine deutsche Übersetzung der Schrift und das damit in Verbindung stehende Sendschreiben an Lessing, worin er sowohl andre Sätze Rousseau's als auch seine Bedenken über die Entstehung der Sprache be-

[1] Die vielleicht nicht glücklich gewählte Frage über Pope's System, die zu Lessing's spöttischer Abhandlung 'Pope ein Metaphysiker!' (1755) Anlass gab, zeigt wenigstens, welche Aufmerksamkeit in gelehrten Kreisen den von der Akademie ausgehenden Aufgaben geschenkt wurde.

stritt, von Neuem die Aufmerksamkeit auf die noch unentschiedene Streitfrage gelenkt. In der Akademie selbst hatte in demselben Jahre 1754 Maupertuis, der damalige Praesident derselben, bei Gelegenheit der Erörterung über die Möglichkeit einer Universalsprache den natürlichen Gang der Entstehung der Sprache aus Naturlauten und aus Übereinkunft der Menschen mit einigen Strichen gezeichnet, und dadurch den lebhaften Widerspruch eines andern Mitgliedes der Akademie, J. P. Süssmilch, hervorgerufen, der, weil er mit Rousseau die Schwierigkeiten menschlicher Erfindung der Sprache nicht glaubte heben zu können, zu göttlicher Beihülfe seine Zuflucht nahm, und diese seine Ansicht, die er 1756 in einer akademischen Sitzung vorgetragen, zehn Jahre später (1766) in einer besonderen, den Mitgliedern der Akademie zugeeigneten, Schrift des Breiteren ausgeführt hat.

Beide Mitglieder der Akademie, die über eine Menschen so naheliegende Frage in so entgegengesetzem Sinne geurtheilt hatten, waren bereits, Maupertuis 1759, Süssmilch 1767, aus dem Leben geschieden, als die Akademie, in dem Wunsche die durch die Verhandlungen in ihrem Schoosse nicht beglichene Controverse durch eine neue, alle Zweifel beseitigende Hypothese erledigt zu sehen, zugleich in Erinnerung an Michaelis' die Sprachenfrage von einer anderen Seite anfassenden Preisschrift, die von ihrer Classe für speculative Philosophie aufgestellte Preisfrage über den Ursprung der Sprache ausschrieb. Die besondere Fassung, die der Frage gegeben war, liess deutlich den Zusammenhang mit den bisherigen Versuchen der Lösung erkennen, und war, wie sich zeigte, den Gedanken Herder's nicht durchaus entsprechend. Niemand aber war geeigneter, neues Licht in das Dunkel zu bringen und den schwankenden Streit der Meinungen zu schlichten, als Herder, der sein Talent, eine menschliche Cultur, auf welchem Gebiete immer, aus naturwüchsigen Anfängen einer weit zurückliegenden Zeit zu begreifen oder zu ahnen, in seinen ersten schriftstellerischen Versuchen bekundet, und wie er von früh an auf Sprache und Sprachen an sich und in ihren Beziehungen zur Litteratur sein Augenmerk gerichtet hatte, so in der jetzt zur Entscheidung stehenden Frage bereits 1767 und 1768 seine Überzeugung, dass der Ursprung der Sprache nicht auf Gott oder die Erfindung eines philosophischen Kopfes zurückzuführen, sondern aus natürlicher Anlage und primitiven Zuständen der Menschheit zu leiten sei, selbst in einem mehr beiläufigen Angriff auf Süssmilch's jüngst erschienene Schrift, zum Ausdruck gebracht hatte. Wie hätte er dieser Aufforderung zur Preisbewerbung widerstehen sollen? 'Da dies grosse Thema', sagt er selbst, 'so viel Aussichten in die Psychologie und die Naturordnung des menschlichen Geschlechtes, in die Philosophie der Sprachen und aller

Kenntnisse, die mit Sprache erfunden werden, verspricht — wer wollte sich nicht daran versuchen?' Und in der That haben viele zugegriffen, — auch ein Beweis wie zeitgemäss die Frage war —, und eine stattliche Schaar von Mitbewerbern war mit Herder in die Schranken getreten, unter ihnen vermuthlich auch der junge Jerusalem, dessen philosophische Aufsätze, darunter eine aus dieser Veranlassung entstandene Abhandlung über den Ursprung der Sprache, nach seinem Tode Lessing herausgegeben, nicht ohne auch selbst diese Frage mit einem beachtenswerthen Worte zu streifen.[1] Aber Herder trug den Kranz davon: in der öffentlichen Sitzung zur Feier des Jahrestages der Thronbesteigung König Friedrich's, am 6. Juni 1771, war seiner Bearbeitung der Preis ertheilt worden, und Merian, ein Mitglied der preisstellenden Classe, verlas in der Sitzung ein ausführliches, reichliche Anerkennung spendendes *Extrait* aus der preisgekrönten Schrift.[2] Über seine Mitbewerber, deren Einigen das *Accessit* zuerkannt worden, ist uns ein Urtheil nicht vergönnt. Den Abstand aber ermessen wir leicht, den Herder's Leistung von der letzt vorangegangenen, der Akademie selbst entstammenden Arbeit trennt: dort die dürre Logik einer im Kreise sich drehenden Beweisführung, dass Sprache, ein so vollkommenes Ding, nicht ohne Vernunft erfunden, Vernunft aber nicht ohne den Besitz einer entwickelten Sprache erworben sein könne; hier eine planmässig vorschreitende, in schwierige Probleme der Psychologie und Menschengeschichte eindringende Untersuchung, an manchfaltigen Kenntnissen und fruchtbaren Ideen reich und mit allen Reizen einer lebendigen und anschaulichen Darstellung ausgestattet.

Es sucht aber Herder die erste der beiden Fragen, in welche die akademische Aufgabe zerlegt war, ob die Menschen, ihren natürlichen Fähigkeiten überlassen, im Stande seien Sprache zu erfinden,[3] in der Weise zu beantworten, dass er vorab unhaltbare Meinungen abweist, die Annahme unmittelbarer göttlicher Unterweisung, die zumal die Schwierigkeiten nicht hebe, denen zu Liebe sie ersonnen worden, aber auch die Entstehung aus thierischen Empfindungslauten, die der Mensch

[1] Hamann (Bd. IV) bespricht einen gleichzeitig mit Herder's Untersuchung 1772 erschienenen 'Versuch einer Erklärung des Ursprungs der Sprache', der nach Schelling's 'Vorbemerkungen' (I. 10 S. 421. 423) zu schliessen von Tiedemann herrührte, der also wohl auch zu den Mitbewerbern gehörte.

[2] In den *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale* für das Jahr 1771 steht S. 17—20 ein kürzeres, das sich aber mehr bei Nebensachen aufhält, in den Kern der Herder'schen Beweisführung kaum recht eindringt. S. auch B. Suphan Friedrich's des Grossen Schrift über die deutsche Litteratur (Berlin 1888) S. 60 fg.

[3] *En ſuppoſant les hommes abandonnés à leurs facultés naturelles, ſont-ils en état d'inventer le langage?*

bis zu einem gewissen Grade mit den Thieren theilt, die aber weder selbst menschliche Sprache seien noch menschliche Sprache aus sich zu entwickeln vermöchten. So bahnt er sich durch die vermeintlichen göttlichen und thierischen Ansprüche hindurch den Weg, um der natürlichen Kräfte der menschlichen Seele habhaft zu werden, aus deren Wirken die Sprache als ein alleiniges Erzeugniss der menschlichen Natur sich ergebe. In dem einheitlichen Haushalt der Denkthätigkeit des Menschen — so ungefähr lässt sich Herder's Argumentation auf kurzen Ausdruck bringen — ist es unter den durch die Sinne auf ihn eindringenden Empfindungen das bewusst erfasste tönende Merkmal, das, wie es mit Besinnung festgehalten als Mittel der Anerkenntniss dient, so als Merkwort, auch noch unausgesprochen, den Keim der Sprache birgt, und indem es sich, in Nachahmung der rings des Menschen Ohr und alle Sinne umtönenden Natur, durch die Sprachwerkzeuge in Laute umsetzt, die Sprache erzeugt und die untrennbare Einheit von Denken und Sprechen verbürgt. — Was aber die psychologische Erkenntniss der sinnlichen und vernünftigen Qualität des Menschen ergiebt, findet Bestätigung in dem, was die Betrachtung der alten und ältesten Sprachen in ihrem thatsächlichen Bestande aufweisen, da alles, was erkennbar ist oder zu erschliessen, nicht die Logik eines planvoll wirkenden höheren Geistes sondern die tief eingedrückten Spuren sinnlicher d. i. menschlicher Erfindung und Ausbildung zu Tage bringt.

Die zweite Hälfte der aufgestellten Frage, durch welche Mittel die Menschen von selbst zur Erfindung der Sprache gelangen könnten,[1] ist, wie man sieht, aus anderen Vorstellungen geflossen, als die von Herder in seinem ersten Theile begründete Ansicht, welche die Sprache als ein nothwendiges Ergebniss der menschlichen Natur betrachtet: er beantwortet sie, indem er, ausgehend von dem Zustand der Progression oder Vervollkommnung, in welchem die menschliche Seele von Anfang im Ganzen und in ihren Theilen sich befinde, der auch auf die Erzeugung und Entwickelung der Sprache sich erstrecke, die Antriebe darlegt, die der Mensch als ein zur Vergesellschaftung bestimmtes Wesen und in der Zerspaltung und Ausbreitung des menschlichen Geschlechtes zur Bildung und Vervollkommnung der Sprache gefunden habe.

Herder hat zwar nicht, wie die Akademie begehrt hatte, eine Hypothese aufgestellt, *qui expliquât la chose clairement et qui satisfît à toutes les difficultés,* sondern er hat aus der Natur der Seele und dem erkennbaren Entwickelungsgange der Sprachen in der Sprache ein

---

[1] *Et par quels moyens parviendront-ils d'eux-mêmes à cette invention?*

natürliches Product des menschlichen Organismus aufzuweisen versucht. Aber wie viel auch seinen psychologischen und sprachgeschichtlichen Betrachtungen beizumessen sein möchte, die Eine Hauptfrage, die damals im Vordergrunde stand, ob göttliche, ob menschliche Entstehung, durfte man durch Herder's Beweisführung als abgethan betrachten, der sich's nicht verdriessen lässt, alles Seltsame und Unglaubliche, das die Voraussetzung göttlicher Mittheilung einer (wie sich versteht) fertigen und vollkommenen Sprache an die Menschen in sich enthält, in scharfer Deduction an das Licht zu ziehen. Und was war der Erfolg? Kaum war 1772 Herder's Abhandlung 'auf Befehl der Akademie' im Druck erschienen, als Hamann, der Freund und Gönner Herder's, seine Prophetenstimme gegen ihn erhob, und in einigen in magischen Dunst gehüllten Recensionen und Antirecensionen seinen Spott über die neue Lehre ergoss. So fest sass das Vorurtheil und der Eine zeugt für Viele. Ob Herder selbst durch Hamann's Einspruch schwankend geworden, wie sein geistreicher Biograph ausführt, lasse ich ununtersucht: gewiss ist, dass, als er 1789 seine Schrift in 'zweiter berichtigter Ausgabe' erscheinen liess, die Grundlagen seiner Untersuchung ungeändert standen, und noch in einer seiner letzten Schriften, als er die Kritik der reinen Vernunft zu zermalmen sich vermaass, hat er seinen alten Ansichten über den Ursprung der Sprache erneuten Ausdruck gegeben.

In der Akademie unseres Jahrhunderts die Frage von Neuem durch eine Preisausschreibung anzuregen, war ein Gedanke von Schelling, den er aber, kaum ausgesprochen, wieder aufgab; doch theilte er nicht lange nachher in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 25. November 1850 einige 'Vorbemerkungen', wie er sie nannte, 'zu der Untersuchung über den Ursprung der Sprache' mit, die hauptsächlich litterarische Aufklärungen über Hamann's Reden gegen Herder's Schrift enthielten. Was geringfügig an sich und der Erwähnung kaum werth erscheint, empfängt Bedeutung und Interesse dadurch, dass es der Anstoss ward zu Jacob Grimm's unvergesslicher Abhandlung 'Über den Ursprung der Sprache', die er in der Sitzung dieser Akademie am 9. Januar 1851 las. Grimm's Beweisführung schöpft, ganz anders als Herder seiner Zeit vermochte, aus Ergebnissen einer ausgebreiteten Sprachforschung, die damals, unter seiner thätigen Mitwirkung, frische Zweige trieb und zur Krone sich zu entfalten anfing, und seiner Genialität gelingt es auch dem Unscheinbaren sprechende Belege zur Stütze seiner Ansicht abzugewinnen. Aber er verschmäht auch nicht dem Dilemma nahe zu treten, ob die Sprache dem Menschen angeboren oder ihm durch Offenbarung mitgetheilt sei; und er antwortet mit Herder, sie sei als die Frucht der natürlichen Anlage

und Entwickelung des Menschen zu betrachten. Aber nicht bloss im Resultat, auch in der Untersuchung selbst, so sehr sie auch andere Gänge einschlägt, sind Herder's Spuren zu erkennen, und Grimm würdigt seines Vorgängers Verdienst nach Gebühr, indem er nicht schliessen kann, 'ohne', wie er sagt, 'dem Genius des Mannes zu huldigen, der, was ihm an Tiefe der Forschung oder Strenge der Gelehrsamkeit abging, durch sinnvollen Takt, durch reges Gefühl der Wahrheit ersetzend, wie manche andere, auch die schwierige Frage nach der Sprache Ursprung bereits so erledigt hatte, dass seine ertheilte Antwort immer noch zutreffend bleibt, wenn sie gleich aus anderen Gründen, als ihm dafür schon zu Gebote standen, aufzustellen und zu bestätigen ist.'

In der öffentlichen Sitzung am 3. Juni 1773 hatte die Akademie für das Jahr 1775 zwei Preisfragen ausgeschrieben, deren eine, der Classe der *Belles-Lettres* angehörig, die 'Ursachen des gesunkenen Geschmacks bei den verschiedenen Völkern'[1] zu entwickeln aufgab, die andere, von der Classe für speculative Philosophie gestellt, eine Prüfung der beiden Grundkräfte der menschlichen Seele, Erkennen und Empfinden, auf ihre besonderen Wirkungen und den gegenseitigen Einfluss beider auf einander verlangte, eine Aufgabe, die deutlichen Zusammenhang mit verwandten, aus der Akademie selbst hervorgegangenen Untersuchungen erkennen liess. Am 1. Juni 1775 ward der Preis für eine Ausführung 'über den gesunkenen Geschmack' verliehen, als deren Verfasser sich Herder erwies; in der Sitzung selbst ward ein *Précis de la pièce victorieuse* verlesen, und ward dem auf Geheiss der Akademie noch in demselben Jahr veranstalteten Druck der Arbeit vorgesetzt. Über die andere gleichzeitig zum Preise ausgeschriebene Frage ward in derselben Sitzung eröffnet, dass zwar mehre werthvolle Ausarbeitungen eingegangen seien (Herder befand sich unter den Bewerbern), aber den Zielen, welche die Akademie bei Stellung derselben in das Auge gefasst habe, in keiner vollkommen Genüge geschehen sei; daher die Aufgabe von Neuem mit noch specielleren Angaben über die Richtung, in welcher die Untersuchung sich zu bewegen habe, für das Jahr 1776 ausgeschrieben ward. Herder erneuerte seine Bewerbung: die im Sinne der Akademie theilweise umgestaltete Arbeit reichte er von Neuem ein; nicht mit besserem Erfolg. Der Preis ward verliehen, aber nicht Herdern zuerkannt, der alsdann 1778 nach einer abermaligen Überarbeitung seine Schrift unter dem Titel 'Vom Erkennen und Empfinden der menschlichen Seele. Bemerkungen

---

[1] *Quelles sont les causes de la décadence du goût chez les différens Peuples?*

und Träume.' herausgab. Obwohl nun diese Schrift so viel später bekannt gemacht worden, entworfen ist sie gleichzeitig mit der andern 'über den gesunkenen Geschmack'; und ich rede zuerst von ihr. Die Thatsache selbst, dass Herder gleichzeitig eine doppelte Palme zu erringen sich zutraute, und selbst durch einen Misserfolg sich nicht abschrecken liess, einen zweiten Versuch zu wagen, zeugt wie für seine Neigung zu dieser Art von Schriftstellerei, so für das Selbstvertrauen und den Muth, den ihm das Bewusstsein seines Könnens eingab.

Dank dem verdienstvollen Herausgeber der Werke Herder's ist es uns heute vergönnt, die drei Bearbeitungen der Schrift prüfenden Blicks gegen einander zu halten und nähere Einsicht zu gewinnen in Herder's schriftstellerisches Verfahren. Die erste Bearbeitung lässt durch gleichmässige Ausführung der Theile und den gehaltenen Ton der Darstellung, überdies durch wiederholte Bezugnahme auf die akademische Aufgabe und den muthmaasslichen Urheber des Themas am deutlichsten die Bestimmung der Arbeit erkennen und wie sehr Herder im Bewusstsein dieser Bestimmung schrieb. Nicht geändert in der Grundanschauung, aber reicher und ausgeführter durch Herzunahme neuer Begriffe und Gesichtspunkte ist die zweite, die in der Anordnung der Theile sorgsam die in der Frage selbst gegebene Gliederung befolgt, nicht ebenso in den Entwickelungen an die specielleren Anweisungen des akademischen Preisstellers sich bindet.

Herder's Bemühen war aber dahin gerichtet, nicht mit formelhafter Zergliederung nach Maassgabe eines speculativen Systems sich zu begnügen, sondern auf dem Grunde psychologischer Erfahrung die beiden Lebenspunkte der menschlichen Seele, Empfinden und Erkennen, in ihrer lebendigen Wirksamkeit zu ergreifen und anschaulich zu machen. An den physiologischen Begriff des Reizes, den er aus Albrecht von Haller's Lehre entlehnte, knüpft er seine psychologischen Betrachtungen an, die vor Allem dahin gehen, den natürlichen Zusammenhang des leiblichen und seelischen Lebens zu erfassen, die ihm nicht durch hölzerne oder eiserne Bretter getrennt sind, dergleichen nirgendwo in der Natur zu erkennen seien, sondern ein im Widerspiel lebendiger Kräfte sich darstellendes Ganzes ausmachen, dessen Zusammenwirken keiner praestabilierten Harmonie bedurft hätte. Und indem er von den von Aussen nach Innen wirkenden Kräften zu den nach Aussen gewendeten Sinnen und dem ihnen entsprechenden Nervengebäude fortschreitet und so zur Empfindung und Erkenntniss aufsteigt, schliesst er damit ab, dass die Seele nichts aus sich erkenne, und es mit dem aus sich selbst schöpfenden Spiegel des Universums nichts sei, sondern dass sie die Reize, die Sinne, die Kräfte und Gelegenheiten brauchend, erkenne und wisse dass sie erkenne,

nur was ihr auf diesen Wegen zuströmt, und in einer Art von Rückwirkung darauf am hellsten fühle, dass sie ein Selbst und Eins sei; daher was man ihr von Unterkräften zugelegt, nichts sei als Äusserungen ein und derselben Energie.

War es die unausgesprochene, aber unzweideutige Polemik gegen Leibniz' phantasievolle Theorie, was ihm das Missfallen seiner akademischen Brabeuten verursachte, oder der starke physiologische Antheil, den er seiner Untersuchung gegeben, die den Reiz die Triebfeder unseres Daseins nennt und nach dessen Analogie, im Hingeben und Zurückziehen, die seelische Thätigkeit zu ordnen versucht — wer kann es wissen?[1] Dass aber Herder die gewohnten, wenn auch von grosser Autorität gewiesenen Pfade verliess, um auf neuen Wegen zum Verständniss vorzudringen, wird ihm keinen Tadel zuziehen dürfen, und wir müssen es ihm Dank wissen, dass er seine Schrift, auch ohne dass sie den Stempel akademischer Preiswürdigkeit trug, in einer dritten, neu gegliederten und von jeder Rücksicht auf ein Preisrichtervotum losgebundenen Bearbeitung an's Licht gebracht hat. In dieser Verfassung wird sich das Werk behaupten, aber der Akademie ihr Antheil auch an diesem Denkmal Herder'scher Geistesart unverkürzt bleiben.

Das Schriftenpaar, das uns bis hieher geleitet hat, gehört dem Gebiet der Psychologie an: denn nicht bloss die Theorie der beiden Grundkräfte der Seele ist aus der Seelenlehre geschöpft, sondern mit ihrer einen Hälfte reichte in sie hinein auch die Untersuchung vom Ursprung der Sprache. Mehrfache Bezugnahme in der späteren Schrift auf die ältere bezeugt auch äusserlich den Zusammenhang der Anschauung, aus der sie hervorgegangen sind; und spät noch sah Herder in den in beiden niedergelegten psychologischen Überzeugungen die feste Burg, von der aus sich Kant's Kriticismus erstürmen lasse.

Die mit der Abhandlung vom Erkennen gleichalterige Schrift über die Ursachen des gesunkenen Geschmacks bildet dagegen mit der noch übrigen vierten Preisarbeit ein Paar anderer Art, das Herder's Eigenthümlichkeit von einer neuen Seite zu beleuchten Gelegenheit giebt. Denn die Preisschrift 'Vom Einfluss der Regierung auf die Wissenschaften und der Wissenschaften auf die Regierung',[2] die im Jahre

[1] Die Schrift, der der Preis zuerkannt ward, von Johann August Eberhard 'Allgemeine Theorie des Denkens und Empfindens' (Berlin, 2. Aufl. 1786), lässt einigermaassen erkennen, was die Akademie bezweckt oder erwartet hatte, aber auch, wenn ich mir ein Urtheil, ein unmaassgebliches, erlauben darf, wie sehr Herder's Genialität dieser Schrift, ungefähr wie der von Süssmilch über die Sprache, überlegen war.

[2] *Quelle a été l'influence du Gouvernement ſur les Lettres chez les Nations où elles ont fleuri? Et quelle a été l'influence des Lettres ſur le Gouvernement?* Der französische

1780, nachdem sie am 1. Juni dieses Jahres mit dem Preise gekrönt worden, auf Befehl der Akademie, mit französischem Titel, im Druck erschien, hat mit jener das weite Feld culturgeschichtlicher Erörterungen gemein.

Philosophische Bildung, Übung im philosophischen Denken hatte Herder frühzeitig in Kant's Schule und unter dem Einfluss Hamann's sich angeeignet, und hat in späteren Jahren wohl die Philosophie das Lieblingsfeld seiner Jugend genannt: aber kaum jüngern Datums waren bei ihm die cultur- und litteraturgeschichtlichen Studien und Interessen. Von Jugend an mit Sprachen und Litteraturen der vorzüglichsten Völker alter und neuer Zeit bekannt und vertraut, hatte er eine seltene Feinheit der Empfindung in sich entwickelt, die individuellen Vorzüge der Dichter und Schriftsteller verschiedener Zeiten und Nationen und die besonderen Charakterismen der von ihnen gepflegten Gattungen aufzufassen und darzustellen. Seiner lebhaften Phantasie offenbarte sich gleichsam der Genius der Völker unter der Hülle ihrer Sprachen und Litteraturen, und mit geschichtlichem Verständniss wusste er die Bedingungen aufzudecken, unter denen die Cultur eines Volkes sich entfaltet hat, zur Blüthe gediehen und wieder gesunken und abgestorben ist. Was Wunder, dass er bei dieser Anlage und bei solchen Beschäftigungen akademische Fragen, wie die genannten, willkommen hiess und recht als für sich gegeben ansah. Ja dieses Gebiet reizte ihn so sehr, dass er fast gleichzeitig für die Bearbeitung verwandter von anderen Akademien ausgegangener Fragen noch Zeit und Musse übrig behielt. Die beiden uns hier beschäftigenden Fragen aber, erkennt man bald, gehen von verschiedenen Gesichtspunkten aus, treffen aber in ihren Zielen zusammen: denn hier und dort handelt es sich darum, Zustände und Veranlassungen aufzuweisen, unter denen in verschiedenen Zeiten und Staaten Kunst und Wissenschaft, Dichtung und Litteratur in ihrer Entwickelung gehemmt oder gefördert worden.

Die Schrift vom gesunkenen Geschmack hat zwar auch ihren psychologischen Theil, indem sie vorab die Begriffe rein herausstellt und aus der Seelenlehre zu entwickeln sucht, deren die Untersuchung über Werden und Wandel des guten Geschmacks sich zu bedienen hat.[1] Aber ihr vornehmstes Absehen ist doch, der gesetzten Aufgabe gemäss, in geschichtlicher Begründung das Walten und Ab-

---

Titel der Herder'schen Schrift lautet etwas anders: *Dissertation ſur l'influence des Sciences ſur le Gouvernement et du Gouvernement ſur les Sciences.*

[1] nicht ausführlich genug für die Akademie, die ihr den Preis ertheilte *avec cette clauſe, qu'on auroit déſiré plus de développement dans la premiere partie, qui contient les principes généraux. Nouv. Mém. de l'Académie. Année* 1875. S. 20 fg.

sterben des Geschmacks in Werken der Kunst und Litteratur zur Anschauung zu bringen. Aus reicher Kenntniss und mit sinniger Beobachtung zeigt Herder an den vier auserlesenen Perioden und Ländern, Griechenland und Rom, Renaïssance in Italien, Frankreich im Zeitalter Ludwigs XIV., wie verschieden der Art nach bei den Verschiedenen die Erzeugnisse des Geschmacks gewesen, wie der Geschmack, je nachdem er tiefere Wurzeln geschlagen oder nur die Oberfläche gestreift, aus der Natur aufgeschossen ist oder künstlich gezogen worden, längere oder kürzere Dauer gehabt hat, und wie er mit dem Aufhören der Zustände, Sitten, Gewohnheiten, Einrichtungen, unter denen er sich entwickelt und geblüht, auch wieder gesunken und geschwunden ist. Es wäre leicht zu zeigen, wie geläufig Herdern in frühen und späten Jahren Betrachtungen dieser Art gewesen sind, in denen er sich mit der Freiheit und dem Behagen des überlegenen Geistes erging; und auch in dieser Schrift wird der Leser gern verweilen bei so lebendig empfundenen Schilderungen, wie die in denen er die Anmuth und Leichtigkeit des hellenischen Wesens und hinwiederum den gestrengen eroberungssüchtigen Römersinn zur Darstellung gebracht hat.

In der anderen zu noch grösserem Umfang gediehenen Untersuchung 'über den Einfluss der Regierung auf die Wissenschaft' fasst Herder den Begriff der Wissenschaft so weit, dass sie nicht bloss die verschiedenen Zweige der Gelehrsamkeit und der nützlichen Wissenschaften, sondern auch Dichtung und jegliche Art von Litteratur umfasst, und indem er 'Regierung' nicht in dem engern Sinne des Wortes versteht, sondern als die politische Verfassung eines Volkes in Gesetzen und Sitten und Einrichtungen betrachtet wissen will, entwickelt er mit weitem Blick an wohl ausgesuchten Beispielen, wie der orientalische Despotismus, die antiken Freistaaten, Athen vor allem und Rom, in ihren Gegensätzen und Übereinstimmungen, bis herab auf ihre letzten Ausläufer, die manchfaltigen Staatenbildungen des Mittelalters und die modernen Monarchien verschieden nach ihrem Charakter den Charakter wissenschaftlicher Production bestimmt, zu Gunsten oder zum Verderben derselben gewirkt, bald den Flor herbeigeführt und unterhalten, bald das Absterben beschleunigt haben; aber auch umgekehrt, wie die litterarischen Erzeugnisse in Dichtung und Gelehrsamkeit auf die herrschende Macht und die bestimmte Staatsform zurückzuwirken, sie zu befestigen oder zu ihrer Lockerung beizutragen vermögend waren.

Nur einen Schattenriss vermag ich von der Schrift zu geben, die ebenso ideenreich wie gedrängt an historischem Stoffe ist. Sie empfängt aber noch einen besonderen Reiz aus ihren Beziehungen zu König Friedrich, dessen Bild Herdern vorzuschweben scheint da wo er vom

Einfluss der Fürsten auf die Wissenschaft redet uud noch an mancher Stelle sonst. Und da Herder's Preisschrift in demselben Jahr mit Friedrich's vielgescholtener Schrift *de la litterature allemande* erschien, so lag die Frage nahe, ob sie unter den Augen des Königs gewesen, noch bevor er die seinige geschrieben.[1] Doch lässt sich dies nicht entscheiden; unleugbar aber ist, dass Herder's Betrachtungen mit den Gedanken des Königs sich berühren; nur dass auch schon die fünf Jahre ältere Schrift 'vom gesunkenen Geschmack' Parallelen zu den in Friedrich's Werk enthaltenen Anschauungen aufweist, der selbst in dem französischen Geschmack der classischen Schriftsteller aus dem Zeitalter Ludwig's XIV. erzogen, den Geschmack der deutschen Litteratur seiner Zeit nicht ohne Grund im Rückstande fand, und auf Mittel sann, ihn zu heben. Sieht man auf diese Verhältnisse, so möchte man glauben, dass die Fridericianische Akademie, die doch nicht erst seit 1780 mit Friedrich's Ansichten über den Geschmack in der Litteratur und über die Anforderungen an die Wissenschaft vertraut war, ihre culturgeschichtlichen Fragen aus Stimmungen und Strömungen der Zeit entnommen und durch sie hinwiederum auf die Zeit zu wirken die Absicht hatte, und dass sie darin auf den Beifall ihres Königlichen Protectors rechnen durfte.

Was Herder insbesondere mit seiner Schrift bezweckte, spricht er in den Schlussworten aus: 'Mein Bestreben war, nicht leeren Wetteifer in Gelehrsamkeit sondern eine Gelegenheit zu suchen, wo ich nach mancherlei Nachforschung und Erfahrung zur Blüthe und Frucht der Wissenschaft auch in unsern Staaten etwas Nützliches sagen könnte;' und erinnert mit diesen zugleich an den Abschluss der analogen Ausführung über den gesunkenen Geschmack: 'Je mehr wir diese Humanität auf die Erde rufen, desto tiefer arbeiten wir an Veranlassungen, dass der Geschmack nie mehr eine blosse Nachahmung, Mode oder gar Hofgeschmack, . . . sondern mit Philosophie und Tugend gepaart ein dauerndes Organum der Menschheit werde.'[2]

In diesen Schlussgedanken der beiden einander so nahe verwandten Darstellungen offenbart sich noch eine besondere Richtung in Herder's Schriftstellerei, die auch unserer Betrachtung sich nicht entziehn darf. Herder war eine paedagogische Natur im edelsten Sinne des Wortes. Von praktischer Bethätigung im Unterricht ausgegangen, hat er später

[1] Suphan a. a. O. S. 23 f. u. S. 104 f.

[2] Ich citiere diese Stelle nach der zweiten Bearbeitung von 1789, und kann, ohne irgend verletzen zu wollen, die Bemerkung nicht unterdrücken, dass es etwas Verdriessliches hat, hier wie bei anderen Schriften, die bessere, vom Verfasser selbst herrührende Gestaltung aus den Noten sich zusammenlesen zu müssen, während die schlechtere, vom Autor für verbesserungswürdig gehaltene im Text dem Leser sich aufdrängt.

in der beständigen Fürsorge für die seinem Einfluss unterstellten Anstalten diese Interessen genährt und gepflegt, und kaum gab es eine Angelegenheit, die ihm mehr am Herzen gelegen als die Erziehung der Jugend, an deren Gedeihen die Wohlfahrt der Staaten hänge. Zahlreiche Schriften hat er in dem Bestreben verfasst, als ein Bildner der Menschheit auf seine Zeitgenossen zu wirken; in anderen, die andern Zwecken bestimmt waren, doch keine Gelegenheit vorbeigelassen, seine theoretischen Betrachtungen durch eine Wendung zum Nützlichen für das Leben fruchtbar zu machen. Auch in den hier in Betracht gezogenen Schriften folgt er diesem Zuge: selbst in der Untersuchung über den Ursprung der Sprache fehlt es nicht an vereinzelten Winken; Erkennen und Empfinden aber, indem er ihre Wirkung auf Genie und Charakter prüft, haben ihm Stoff zu einem culturgeschichtlichen Abriss gegeben, worin er Verirrungen menschlicher Bildung mahnend und warnend vor Augen stellt; und aus seinen historischen Betrachtungen über den gesunkenen Geschmack unterlässt er nicht die Folgerungen zu ziehen, und in einigen Zügen aufzuweisen, wieviel durch Einwirkung auf die Erziehung zur Hebung des guten Geschmackes Nützliches sich beitragen lasse. Vollends die Ausführungen über den Einfluss der Regierung auf die Wissenschaft eröffnen ihm den breitesten Spielraum. auch in praktischen Vorschlägen zu zeigen, durch welche Mittel und auf welchen Wegen eine Regierung zur Mehrung und Förderung wissenschaftlicher Erkenntniss sich wirksam erweisen könne.

Von diesem doppelten Gesichtspunkt angesehen, ihrem theoretischen Gehalt wie ihrer praktisch-paedagogischen Richtung, stellen Herder's Preisschriften sich dar nicht als rein sporadisch aus zufälligen äusseren Anlässen entstanden, sondern als vier selbständig bearbeitete Theilstücke zu dem grossen, von Herder früh geplanten, spät und nie vollständig ausgeführten Bau einer Philosophie der Geschichte der Menschheit, in welchem er die Wunder der Menschenseele und ihre Beziehungen zu den verborgenen Kräften der Natur, sowie die historische Entwickelung der Völker und Nationen in ihren charakteristischen Besonderheiten und unter den hemmenden und fördernden Einflüssen der Zeiten zur Darstellung gebracht und so in vollerem Maasse an seinem Theile an der Bildung der Menschheit mitzuarbeiten erfolgreich sich bemüht hat.

In solchem Zusammenhang aufgefasst, werden die vereinzelt vielleicht nicht ganz nach Verdienst geschätzten Schriften in ihrem Werthe wachsen, und werden als litterarische Denkmale eines der bevorzugten Geister der Nation ihre Geltung nicht verlieren, sondern in und mit der gesammten Schriftstellerei Herder's ihre bildende Kraft im Sinne ihres Urhebers zu üben fortfahren. Und so stehen wir vor der seltsamen

Thatsache, dass eine in französischer Sprache ihre wissenschaftlichen und geschäftlichen Verhandlungen führende und deutsche Litteraturbestrebungen grundsätzlich ausschliessende Akademie der Wissenschaften auf ihre in französischer Fassung ausgeschriebenen Preisfragen deutsche Antworten erzielt hat, die von deutschem Geiste eingegeben, als unvergängliches Gut der deutschen Litteratur sich eingefügt haben.

Doch wer den Besten seiner Zeit genug
Gethan, der hat gelebt für alle Zeiten.

Die Fridericianische Akademie, sahen wir, hat aus den Bewegungen und den Interessen ihres Zeitalters Probleme aufgegriffen, deren glückliche Lösung auf die Bildung ihrer Zeit zu wirken nicht verfehlte und hat sich dadurch den Dank der Nachwelt gesichert. Herder, indem er den Beifall dieser gelehrten Körperschaft erstrebt und errungen, hat Geisteswerke hervorgebracht, die eine über den nächsten Zweck weit hinausreichende und bis in die Gegenwart sich erstreckende Bedeutung erlangt haben.

Aber andere Zeiten bringen andere Aufgaben. Glücklich, wer seine Zeit begreift und ihren Forderungen und Geboten zu gehorchen und zu entsprechen weiss. Möge, wie einst König Friedrich's Auge mit Befriedigung auf seiner Akademie geruht, so es uns vergönnt sein, in sinnigem Verständniss der Ansprüche unserer Zeiten durch pflichttreue Arbeit und gewissenhafte Förderung der Wissenschaft und der Humanität und in lebendigem Patriotismus die Huld unseres erhabenen Protectors jederzeit zu verdienen.

Alsdann wurden die folgenden Berichte über die fortlaufenden grösseren wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie und über die mit derselben verbundenen Stiftungen und Institute erstattet.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.

Bericht der HH. von Sybel, Schmoller und Naudé.

Mit der Redaction der Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen waren auch im vergangenen Jahre die HH. Treusch von Buttler und Herrmann betraut. Erschienen ist, wiederum in Jahresfrist dem 20. Band folgend der 21. Band, welcher die Zeit vom 1. October 1761 bis 30. Juni 1762 umfasst; er enthält 625 Nummern, die neben dem Geh. Staatsarchiv zu Berlin namentlich wieder dem Kriegsarchiv des Grossen Generalstabs, ferner dem Haus- und Staatsarchiv zu Stuttgart, dem Public Record Office und dem British Museum zu London entnommen sind. Die in diesem Bande abgedruckten Urkunden geben

ein Bild der glücklichen Wendung, welche für König Friedrich durch den Tod der Kaiserin Elisabeth von Russland und den dadurch ermöglichten Frieden mit Russland eintrat; gleichzeitig verfolgen wir die wachsende Entfremdung Englands, dessen Politik seit dem Rücktritte Pitt's immer mehr einen preussenfeindlichen Charakter annahm. An grossen militärischen Ereignissen ist die in diesem Band behandelte Zeit nicht reich; wir gewinnen aber wieder genauen Einblick in die Art, wie der König seine Entschlüsse zu militärischen Operationen fasst. Bemerkenswerth ist der offensive Operationsplan Friedrich's für das Jahr 1762, der einen wesentlichen Gegenstand der militärischen Correspondenz bildet; er kam nicht zur Ausführung, da seine Voraussetzung, das Eingreifen der Türken und Tartaren in den Krieg, sich nicht erfüllte. — Für den 22. Band, welcher den Schluss der militärischen Ereignisse des siebenjährigen Krieges und die Friedensverhandlungen zu Hubertusburg bringen wird, hat der Druck begonnen.

Acta Borussica.

Bericht der HH. von Sybel und Schmoller.

I. Der erste Band der allgemeinen Serie unserer Publication »Die Behördenorganisation und die allgemeine Staatsverwaltung Preussens im 18. Jahrhundert enthaltend die Acten von 1701 bis Ende Juni 1714, bearbeitet von G. Schmoller und O. Krauske mit einer Einleitung über Behördenorganisation, Amtswesen und Beamtenthum im Allgemeinen und speziell in Deutschland und Preussen bis zum Jahre 1713 von G. Schmoller« ist im Laufe dieses letzten Jahres erschienen.

II. Hr. Dr. Krauske, der im Übrigen an der Fortsetzung dieses Theiles arbeitet, ist beauftragt, den Briefwechsel zwischen Friedrich Wilhelm I. und dem Fürsten Leopold von Anhalt als besonderen Beilageband zur »Behördenorganisation« sofort zur Publication fertig zu machen. Die Einfügung dieser wichtigen Briefe in das Hauptwerk erwies sich als unthunlich; die rasche Publication derselben war aber aus verschiedenen Gründen angezeigt.

III. Hr. Dr. W. Naudé ist in der Hauptsache mit dem Einleitungsband zur preussischen Getreidehandelspolitik im 18. Jahrhundert fertig; derselbe wird die diessbezüglichen handelspolitischen Maassnahmen der italienischen Staaten, Spaniens, Frankreichs, Englands und Hollands vom 16.—18. Jahrhundert umfassen. Ob in diesem einleitenden Bande auch die Darstellung der brandenburgisch-preussischen Getreidehandelspolitik bis 1713 Platz finden kann, steht noch dahin. Der Druck dieses Bandes, wie der Acten der Getreidehandelspolitik von 1713 an, wird bald beginnen können.

IV. Hr. Dr. Hintze hat fortgefahren die Materialien für die Behördenorganisation und Justizverwaltung aus der Zeit von 1740—1756 zu sammeln.

V. Hr. Bergassessor Schwemann hat vom 19. October 1892 bis 1. December 1894 die Acten des Handelsministeriums und des Berliner Staatsarchivs, die sich auf das Salinenwesen des 18. Jahrhunderts beziehen, fast vollständig ausgezogen, über die Salinenverwaltung des Ministers Heinitz auch schon eine Darstellung ausgearbeitet. An seine Stelle wird demnächst Bergassessor Haber treten und er ist beauftragt, den Rest von Acten bezüglich des Berg- und Hüttenwesens durchzuarbeiten, der auf dem hiesigen Handelsministerium liegt und seiner Zeit von Bergassessor Knops noch nicht erledigt war.

VI. Der Lieutenant a. D. Dr. Freiherr von Schrötter hat eine Reihe von Monaten auf dem Breslauer Archiv gearbeitet, um die schlesische Wollindustrie des 18. Jahrhunderts zu erledigen. Das Resultat seiner Arbeit sind nicht blos Auszüge und Abschriften, sondern bereits auch eine erschöpfende Darstellung der Entwickelung dieser wichtigen schlesischen Industrie, sowie der auf sie sich beziehenden Gewerbe- und Handelspolitik.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Kirchhoff.

Der Druck der von Hrn. Dr. Hiller von Gaertringen redigirten Sammlung der Inschriften von Rhodos und den anliegenden Inseln ist bis zum Schluss gefördert worden und wird die Ausgabe dieses Heftes in allernächster Zeit erfolgen können. Von den Supplementen zur zweiten Abtheilung der Attischen Inschriften, welche von Hrn. Koehler bearbeitet werden, sind bis jetzt 27 Bogen zum Abdruck gelangt; und werden dieselben voraussichtlich in der ersten Hälfte des Jahres zur Ausgabe kommen. Den Druck des zweiten Bandes der Inschriften von Nordgriechenland hofft der Redacteur, Hr. Dittenberger, mit dem kommenden 1. Mai beginnen lassen und dann ohne Unterbrechung fortführen zu können, vorausgesetzt, dass eine Bereisung der Inseln des Ionischen Meeres und Thessaliens, welche sich zum Zweck der Revision und Vervollständigung des Materials als nothwendig herausgestellt hat, noch im Laufe dieses Jahres vorgenommen und zum Abschluss gebracht werden kann, wozu Aussicht vorhanden ist. Herr Dr. Wilhelm in Athen, welcher seit dem 1. October des verflossenen Jahres zu der Akademie in dasselbe Verhältniss getreten ist, in welchem sich Dr. Lolling bis zu seinem Tode zu ihr befunden hatte, hat sich bereit erklärt, diese Arbeit zu übernehmen.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Zur Ausgabe gelangt sind in dem vergangenen Jahre der von Hrn. Hülsen bearbeitete erste Theil des 4. Bandes der stadtrömischen Inschriften und der zweite Fascikel des africanischen Supplementbandes, die Inschriften von Numidien enthaltend, dessen Bearbeitung den HH. Cagnat und Schmidt übertragen war, nach dessen Tode Hr. Dessau in die Redaction dieses Theiles eingetreten ist.

Der Druck der sehr umfangreichen Nachträge zu dem 6. Bande (Inschriften der Stadt Rom) ist von Hrn. Hülsen so weit gefördert worden, dass er sie in diesem Jahre dem Abschluss nahe zu bringen hofft.

Der 11. Band (Mittel-Italien) ist in seinem Haupttheile von Hrn. Bormann vollendet; der Druck des von Hrn. Ihm bearbeiteten Instrumentum soll in nächster Zeit beginnen.

Die erste Abtheilung des 13. Bandes (Gallien) wird von Hrn. Hirschfeld in den nächsten Wochen in Druck gegeben werden. Die Wiederaufnahme des Druckes der zweiten Abtheilung dieses Bandes (Germanien), deren Bearbeitung Hr. Zangemeister im Verein mit Hrn. Mommsen leitet, kann gleichfalls in nahe Aussicht gestellt werden. Die Redaction des gallisch-germanischen Instrumentum hat Hr. Bohn für die zunächst zum Druck gelangenden Theile abgeschlossen.

Die Drucklegung der zweiten Hälfte des 15. Bandes (stadtrömisches Instrumentum) hat in dem vergangenen Jahre sistirt werden müssen, da Hr. Dressel einen längeren Urlaub angetreten hat. Das Material für den noch ausstehenden Theil ist von ihm in Paris, London und Rom vervollständigt worden.

Der dritte Supplementband ist von den HH. Mommsen, Hirschfeld, v. Domaszewski bis auf die Indices zum Abschluss gebracht, doch wird die Fertigstellung und Drucklegung derselben kaum vor Ende des Jahres zu ermöglichen sein.

Die Pompejanischen Wachstafeln gedenkt Hr. Zangemeister noch vor Ostern im ersten Theil des 4. Supplementbandes zum Druck zu bringen. An diese werden sich die in den letzten Decennien in Pompeji gefundenen Wand- und Amphoren-Inschriften in der Bearbeitung des Hrn. Mau anschliessen.

Der dritte Fascikel des 8. Supplementbandes (Mauretanien) ist von den HH. Cagnat und Dessau so weit vorbereitet, dass der Druck demnächst beginnen kann.

Die im Jahre 1893 in das epigraphische Archiv gelangten über 700 Papierabdrücke africanischer Inschriften sind katalogisirt und eingeordnet. Die Benutzung des Archivs, das zur Zeit sich in den Räumen

der Königlichen Bibliothek befindet, ist unter den durch die Beschaffenheit der Sammlung gebotenen Cautelen jeden Dienstag von 11—1 Uhr gestattet.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Von der Prosopographie der römischen Kaiserzeit sind von dem ersten Bande, bearbeitet von Hrn. Klebs, die Bogen 5–8, von dem zweiten, bearbeitet von Hrn. Dessau, die Bogen 16–20 gedruckt worden. Der Bearbeiter des dritten Bandes, Hr. Dr. von Rohden, ist leider durch schwere Krankheit genöthigt worden von der Arbeit zurückzutreten, und hat an seiner Stelle auf Grund der Vorarbeiten Hr. Dessau die Vollendung auch dieses Bandes übernommen.

Corpus nummorum.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Von der ersten Abtheilung der nordgriechischen Sammlung hat Hr. Pick die Bogen 1–6 zum Druck gebracht und gedenkt den ersten Halbband dieser Abtheilung (Dacien und Moesien) im Lauf des Sommers abzuschliessen, woran sodann der Druck des zweiten Halbbandes (Thrakien) sich anschliessen wird. Für die zweite Abtheilung (Makedonien) ist die Arbeit von Hrn. Gäbler fortgesetzt worden, der Druck indess wird erst im Laufe des Jahres beginnen.

Nachdem die Hrn. Mommsen in Veranlassung seines fünfzigjährigen Doctorjubiläums zur Verfügung gestellte Summe von etwa 28000 Mark von demselben der Akademie zur Fortführung der Publication der griechisch-römischen Münzen überwiesen und diese durch Allerhöchsten Erlass vom 13. Juni v. J. zur Annahme des Geschenks ermächtigt worden ist, hat dieselbe beschlossen zunächst die kleinasiatischen Münzen in Angriff zu nehmen. Mit der Leitung der dafür erforderlichen zunächst litterarischen Vorarbeiten ist Hr. Prof. Kubitschek in Wien beauftragt worden, und haben diese unter Heranziehung geeigneter Hülfskräfte unter dessen Leitung begonnen.

Aristoteles-Commentare.

Bericht des Hrn. Diels.

Die für das Jahr 1894 in Aussicht genommenen Ausgaben des Simplicius de caelo (Bd. VII, herausgegeben von J. L. Heiberg) und in Physica (Bd. X, herausgegeben von H. Diels) sind vor kurzem er-

schienen. Die folgenden Bände: XV Philoponus de anima, bearbeitet von M. Hayduck, und IV 4 Ammonius in categorias, bearbeitet von A. Busse, sind dem Drucke übergeben worden, Mit Collationen Pariser Hdss. war Hr. K. Kalbfleisch betraut worden, der sich zu diesem Zwecke ein halbes Jahr in Paris aufhielt.

Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

Bericht des Hrn. Harnack.

Der erste Band der Werke Hippolyt's befindet sich seit dem Sommer im Druck; der Druck von Origenes c. Celsum soll demnächst beginnen; die Untersuchung der indirecten Überlieferung der Kirchenväter ist seit dem April v. J. in Angriff genommen. Die Gewinnung neuer Mitarbeiter und der Abschluss der Contracte für die Herausgabe mussten zunächst noch ausgesetzt werden.

Thesaurus linguae latinae.

Bericht des Hrn. Diels.

Nachdem der in der Berliner Conferenz vom 21. und 22. October 1893 aufgestellte Plan zur Herstellung eines Thesaurus linguae latinae die Genehmigung der Akademien und Gesellschaften der Wissenschaften zu Berlin, Göttingen, Leipzig, München und Wien erhalten hatte, traten die Delegirten jener fünf Körperschaften, die HH. Diels, Leo, Ribbeck, von Wölfflin, von Hartel und ausserdem Hr. Bücheler aus Bonn, correspondirendes Mitglied unserer Akademie, zu der in den Statuten vorgeschriebenen Pfingstconferenz am 15. und 16. Mai in Göttingen zusammen. Nachdem sich die Commission constituirt hatte, wählte sie zu ihrem ständigen Vorsitzenden Hrn. Diels, zu Directoren des Thesauruswerkes die HH. Bücheler, Leo, von Wölfflin.

Da die Finanzlage soweit gesichert war, dass fast die ganze zum jährlichen Betriebe nöthige Summe zur Verfügung stand, so wurden die Arbeiten bereits im verflossenen Jahre in Angriff genommen und mit der Excerption der neueren wissenschaftlichen Litteratur, der Herstellung der Mustereditionen und ihrer Verzettelung begonnen.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums
Hrn. E. du Bois-Reymond.

Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Hr. Dr. Plate, der sich mit Stiftungsmitteln an der chilenischen Küste aufhält, hat seine Studien und Sammlungen von dortigen Meer- und Landthieren erfolgreich fortgesetzt. Auf der Robinson-Insel Juan Fernandez, wohin er auf einem chilenischen Kriegsschiff gelangte, hat er fast alle dort lebenden Vögel erbeutet. Von chilenischen Ohrenrobben (Otarien) hat er Bälge und Skelete conservirt und von wirbellosen Meerthieren grosse Mengen gesammelt. Unter diesen sind Tintenfische (*Ommatostrephes gigas* Orb.) von 85^{cm} Rumpflänge mit 75^{cm} langen Fangarmen, und eine 90^{cm} lange Rückenschulpe eines noch grösseren Exemplars derselben Species bemerkenswerth. Unter den am Lande gesammelten Thieren befinden sich viele Exemplare eines merkwürdigen Frosches, *Rhinoderma Darwinii* Dum. Bibr., dessen Eier sich in einer fast die ganze Bauchfläche des Männchens einnehmenden Bruttasche zu jungen Fröschchen entwickeln. Mehrere Meer- und Süsswasserschnecken hat Dr. Plate anatomisch untersucht und darüber Mittheilungen an die Akademie geschickt, welche in deren Sitzungsberichten abgedruckt sind. Zur weiteren Fortsetzung dieser fruchtbaren Arbeiten, welche Dr. Plate auch auf die Fauna der Falkland-Inseln auszudehnen gedenkt, wurde ihm eine neue Unterstützung im Betrage von 4500 Mark bewilligt.

Dem Privatdocenten Hrn. Dr. Karl Dove, der sich seit dem Sommer 1892 auf einer Forschungsreise in Südwest-Africa befand und schon im vorigen Jahre aus Mitteln der Stiftung unterstützt worden war, wurden zur Fortsetzung seiner Reise weitere 3100 Mark bewilligt.

Dr. Dove befand sich zur Zeit der ersten Bewilligung in Windhoek, wo er mit der Leitung einer meteorologischen Station und mehrerer von ihm eingerichteten Nebenstationen, sowie mit hydrographischen und verwandten Studien beschäftigt war. Auch machte er einige kleinere Reisen im südlichen Damaraland, sofern der Hottentottenkrieg es gestattete. Ende 1893 begab er sich nach der Kapcolonie, um dort in gleichem Sinne thätig zu sein. Er bereiste zu dem Zweck die Karoo, die Südküste, sowie die Küste von Natal, und dehnte seine Forschungen bis in das Hochgebiet dieser Colonie aus. Im Sommer 1894 kehrte er nach Europa zurück.

Dr. Dove hofft das reiche von ihm gesammelte Material, das besonders für die Klärung unserer Anschauungen über die Niederschlags- und Bewässerungsverhältnisse des südwest-africanischen Schutzgebietes von Bedeutung ist, bis zum Schluss des Jahres in einem eigenen Werke veröffentlichen zu können.

Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verwendbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 7500 Mark. Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1894 keinen Zuwachs erhalten.

Savigny-Stiftung.

Von dem Wörterbuche der klassischen Rechtswissenschaft ist das erste Heft im Herbste v. J. unter dem Titel: Vocabularium iurisprudentiae Romanae im Drucke erschienen; es wird bearbeitet von den HH. Gradenwitz, Kübler und Schulze.

Über die Arbeiten zu den Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis berichtet Hr. Dr. Knod in Strassburg, dass er im verflossenen Jahre zur Vervollständigung des biographischen Materials mit Unterstützung des preussischen Cultusministeriums eine erfolgreiche Studienreise nach Italien unternommen habe. Das Ergebniss seiner Arbeiten für den Supplementband zu den Acta nationis Germanicae hofft er der Akademie um Pfingsten des laufenden Jahres vorlegen zu können.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberathenden Commission.

Für den 16. Mai, als den Jahrestag der Stiftung, ist im Jahre 1894 von dem zur Disposition stehenden Jahresertrage von 1893 im Betrage von 1350 Mark die erste Rate, 900 Mark, dem Prof. Dr. R. Garbe in Königsberg zur Fortsetzung seiner Ausgabe des Âpastamba-sûtra, und die zweite Rate, 450 Mark, dem Privatdocenten Dr. Solmsen in Bonn zur Fortsetzung seiner sprachwissenschaftlichen Studien zuerkannt worden. — Der jährliche Gesammtertrag der Stiftung beläuft sich zur Zeit auf 1732 Mark.

Eduard Gerhard-Stiftung.

Das archaeologische Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung im Betrage von 2700 Mark wurde in der letzten Leibniz-Sitzung am 28. Juni 1894 Hrn. Dr. O. Puchstein, Privatdocenten an der Universität und Directorial-Assistenten bei den Königl. Museen für die von ihm beabsichtigte Untersuchung der Stadtmauern von Paestum verliehen.

Wentzel-Heckmann-Stiftung.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums Hrn. Mommsen.

Von Frau Maria Elisabeth Wentzel geb. Heckmann ist im Mai 1894 die 'Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung' zu Gunsten der vorher um ihre Einwilligung befragten Akademie begründet und unter dem 7. Juli desselben Jahres unter Verleihung der Corporationsrechte Allerhöchsten Orts bestätigt worden. Das Capital der

Stiftung beträgt anderthalb Millionen Mark, wovon die Zinsen zum dritten Theil vom 1. Januar d. J. an, vollständig nach dem Tode der Stifterin für die Zwecke der Stiftung verwendbar werden. Es ist der Zweck der Stiftung ohne statutarische Bevorzugung eines einzelnen Forschungsgebiets wissenschaftliche Unternehmungen grösseren Umfangs zu fördern. Das Vorschlagsrecht steht jedem ordentlichen Mitglied der Akademie zu; die Leitung der Stiftung und die schliessliche Entscheidung ist einem Curatorium übertragen, welches von dem Minister der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten sowie je drei von den beiden Classen der Akademie von fünf zu fünf Jahren erwählten ordentlichen Mitgliedern gebildet wird. Über die Verwendung der Stiftungseinkünfte wird nach Vorschrift des Statuts in der akademischen Friedrichs-Sitzung, und zwar, da die erstmalige Vergebung nach dem 31. März 1896 stattfindet, zuerst im Januar 1897 von dem Curatorium Bericht erstattet werden. Das Curatorium hat, den Bestimmungen des Statuts entsprechend, sich constituirt und es gehören demselben für die erste bis zum 31. März 1900 laufende Periode ausser dem vorgeordneten Minister, der zugleich den Ehrenvorsitz führt, an die HH. Mommsen als Vorsitzender, Auwers als Stellvertreter des Vorsitzenden, Landolt, Möbius, Tobler und Weinhold. Diese Stiftung, welche den Absichten ihres Gemahls, des 1889 verstorbenen Berliner Architekten Hermann Wentzel entsprechend und zum ehrenden Andenken ihres Vaters, des 1878 hochbejahrt verstorbenen Berliner Fabrikbesitzers Karl Julius Heckmann, von Frau Elise Wentzel ins Leben gerufen ist, legt Zeugniss dafür ab, dass die Macht der Wissenschaft und die Anerkennung der freien akademischen Forschung in unserer Nation und insonderheit in der Hauptstadt des Deutschen Reiches lebendig walten und thatkräftig wirken. So wie S. Majestät mit der Bestätigung der Stiftung der Stifterin zugleich seinen Königlichen Dank ausgesprochen hat, giebt auch die Akademie an dem heutigen Friedrichs-Tage für diese hohe Ehrung und mächtige Förderung ihrer Arbeiten ihrer dankbaren Anerkennung Ausdruck und wird dies an allen künftigen Friedrichs-Tagen wiederholen. Oft genug ist in akademischen Kreisen die Klage laut geworden, dass für die ungeheuren Anforderungen, welche die Zukunft der Wissenschaft an eine die Wissenschaft in ihrer Gesammtheit vertretende Anstalt stellt, unsere materiellen Mittel nicht ausreichen und es haben aus diesem Grunde wieder und wieder berechtigte Wünsche unterdrückt, zukunftreiche Pläne unausgeführt bleiben müssen. Einigermaassen haben wir gethan, was wir konnten; aber wir konnten oft nicht was wir wollten. Dass jetzt, wo uns in ungeahntem Umfang vieles möglich wird, was es bisher nicht war, wir damit neue schwere Pflichten übernehmen

und in dem Maasse unserer Mittel auch unsere Verantwortlichkeit wächst, diese Empfindung ist allerdings auch in unserem Kreise vorhanden und wohl berechtigt. Möge die Hoffnung nicht trügen, dass die Akademie, dem ihr bewiesenen Vertrauen entsprechend, die mannigfaltigen Aufgaben in gutem Einverständniss angreifen und die grossen Mittel in grossem Sinne verwalten werde.

Die Berichte über die Monumenta Germaniae historica und das Kaiserliche archaeologische Institut werden später mitgetheilt, sobald die bevorstehenden Jahressitzungen der leitenden Centraldirectionen stattgefunden haben werden.

Auch der Jahresbericht über das historische Institut in Rom wird nach dem Eintreffen der Berichte über das laufende Geschäftsjahr erstattet werden.

Zum Schluss berichtete der Vorsitzende über die seit dem letzten Friedrichs-Tage im Januar 1894 in dem Personalstande der Akademie eingetretenen Änderungen.

Die Akademie hat durch den Tod verloren die ordentlichen Mitglieder: der physikalisch-mathematischen Classe, die HH. August Kundt, Hermann von Helmholtz, Nathanael Pringsheim; der philosophisch-historischen Classe, Hrn. August Dillmann; die auswärtigen Mitglieder der philosophisch-historischen Classe, die HH. Giovanni Battista de Rossi in Rom, Heinrich von Brunn in München; die Ehrenmitglieder Fürst Baldassare Boncompagni in Rom, und Hrn. Georg Hanssen in Göttingen; die correspondirenden Mitglieder, der physikalisch-mathematischen Classe, die HH. Joseph Hyrtl in Wien, Charles Marignac in Genf, Moriz Traube in Berlin, Pafnutii Tschebyschew in St. Petersburg; der philosophisch-historischen Classe, die HH. Heinrich Brugsch in Berlin, Aureliano Fernandez Guerra y Orbe in Madrid, Heinrich Keil in Halle, Habbo Gerhardus Lolling in Athen, Charles Newton in London, Theodore Hersant de la Villemarqué in Paris, William D. Whitney in New-Haven, K. L. Zachariae von Lingenthal in Grosskmehlen.

Neu gewählt wurde zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Max Planck. Das langjährige ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Classe, Hr. Eduard Zeller, wurde, nachdem er seinen Wohnsitz von Berlin nach Stuttgart ver-

legt hatte, unter die Ehrenmitglieder aufgenommen. Um aber dem verdienten Manne ein Zeichen ihrer hohen Werthschätzung zu geben, hatte die Akademie denselben einhellig zum auswärtigen Mitgliede der philosophisch-historischen Classe gewählt, und ist diese Wahl von Seiner Majestät dem Kaiser und König durch Erlass vom 14. Januar bestätigt worden.

Ausgegeben am 31. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

31. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Wattenbach legte vor die 'Beschreibung einer Handschrift mittelalterlicher Gedichte (Berl. cod. theol. cart. 94)'.

2. Hr. du Bois-Reymond überreichte das von dem Verfasser Hrn. Dr. Max Laue der Akademie übersendete Werk 'Christian Gottfried Ehrenberg. Ein Vertreter deutscher Naturforschung im XIX. Jahrhundert. 1795–1876'. (Berlin 1895.)

Die Wahl des langjährigen ordentlichen, jetzigen Ehrenmitglieds der Akademie, des Wirklichen Geheimen Raths Dr. Eduard Zeller in Stuttgart zum auswärtigen Mitglied der philosophisch-historischen Classe ist durch Allerhöchsten Erlass vom 14. Januar bestätigt worden.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Arthur Cayley in Cambridge am 26. Januar durch den Tod verloren.

Über Amphicarpie bei Fleurya podocarpa WEDD., nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über die Erscheinung der Amphicarpie und Geocarpie.

Von A. ENGLER.

(Vorgetragen am 10. Januar [s. oben S. 1].)

Hierzu Taf. I.

Bekanntlich ist eine an und für sich nicht gerade kleine, aber im Verhältniss zu der grossen Menge von Blüthenpflanzen doch verschwindende Anzahl siphonogamer Gewächse dadurch ausgezeichnet, dass sie unter der Erde ihre Früchte reifen. Die verschiedenen Modificationen, welche hierbei stattfinden, sind namentlich deshalb von Interesse, weil sie verschiedene Anpassungserscheinungen repraesentiren, die im Entwickelungsgang der Siphonogamen relativ spät eingetreten sein müssen. Während nämlich ein Theil der ihre Früchte unter der Erde reifenden Pflanzen[1] (*Arachis hypogaea* L., *Voandzeia subterranea* P. TH., *Trifolium subterraneum* L. im Mediterrangebiet, *Morisia monanthos* ASCHERS. in Sardinien, *Geococcus pusillus* DRUM. in Australien, *Astragalus hypogaeus* LEDEB. in Sibirien, *Okenia hypogaea* SCHLECHT. et CHAM., eine Nyctaginacee in Mexiko) dadurch charakterisirt ist, dass von den über der Erde zur Entwickelung kommenden, durchweg chasmogamen Blüthen nur die am Grunde oder wenigstens dem Erdboden nahe stehenden zur Samenbildung gelangen, nachdem ihre jungen Früchte entweder von oben her in den Boden hineingestossen oder von unten her in denselben hineingezogen sind, während bei *Plantago cretica* L. das befruchtete Blüthenköpfchen durch Niederlegen des Inflorescenzstieles in den Boden gelangt und bei *Cyclamen* durch spiralige Zusammenrollung des Blüthenstieles die Frucht in die Erde gezogen wird, bringt eine andere Kategorie von Pflanzen zweierlei Blüthen

[1] Eine recht vollständige Zusammenstellung der bisher bekannten, hierbei in Betracht kommenden Pflanzen gibt Dr. E. HUTH: Über geocarpe, amphicarpe und heterocarpe Pflanzen in Abhandl. d. naturwiss. Ver. d. Regierungsbezirkes Frankfurt VIII (1891) S. 89.

hervor, nämlich oberirdische chasmogame und unterirdische kleistogame. Solche Pflanzen sind *Vicia angustifolia* Roth var. *amphicarpa*, *V. pyrenaica* Pourr., *Lathyrus sativus* L. var. *amphicarpus*, *Lathyrus setifolius* im Mediterrangebiet, *Trifolium polymorphum* Poir. im extratropischen Südamerika, *Galactia canescens* Benth., *Amphicarpaea monoica* Ell. und *A. sarmentosa* Ell. et Nutt. in Nordamerika, *Cardamine chenopodiifolia* Pers. in Argentinien, *Polygala polygama* Hook. in Nordamerika, *Oxalis Acetorella* L., *Viola sepincola* Jord., *Linaria Cymbalaria* L., *L. spuria* Mill. und *L. Elatine* Mill., *Scrophularia arguta* Sol. auf den Kanaren, *Catananche lutea* L. im Mediterrangebiet, *Commelina bengalensis* L. in Ostindien und *Milium amphicarpum* Pursh in Nordamerika.

An diese Gruppen dürften sich auch anschliessen: *Cynometra cauliflora* L. und *Theobroma Cacao* L., Holzgewächse, bei denen an dem holzigen Stamm einerseits theils oberirdische Blüthenstände mit chasmogamen Blüthen, theils unterirdische Blüthenzweige zur Entwickelung kommen, die höchst wahrscheinlich auch kleistogam sind. *Anona rhizantha* Eichler in Brasilien repraesentirt eine dritte Kategorie, weil hier am Stamm Blüthenzweige sowohl über der Erde, wie auch unter der Erde, letztere ganz besonders reichlich entwickelt werden, die oberirdischen aber auch dem Boden zuwachsen und in demselben ebenso wie die unterirdischen ihre Früchte zur Reife gelangen lassen. Wir bezeichnen diejenigen Arten, welche ihre Früchte nur unter der Erde reifen, als geocarpe im Gegensatz zu der grossen Zahl der aërocarpen, hingegen die über und unter der Erde Früchte tragenden als amphicarpe.

Neuerdings habe ich nun, freilich nur getrocknet, eine Pflanze näher kennen gelernt, welche sich den amphicarpen anreiht, aber von allen bis jetzt bekannten geocarpen und amphicarpen ganz erheblich dadurch abweicht, dass sie nur eingeschlechtliche Blüthen besitzt und trotzdem ihre weiblichen Blüthen auch im Substrat zur Fruchtreife gelangen lässt. Es ist dies die Urticacee *Fleurya podocarpa* Wedd. (in DC. Prodr. XVI. 76), welche in den Wäldern des westlichen tropischen Afrika auf feuchtem Waldboden und in Waldsümpfen von Togo bis Angola nachgewiesen ist. Die Pflanze ist als Art bereits bekannt, wenigstens glaube ich mit gutem Recht die von mir untersuchte biologisch so interessante Pflanze, welche von Dr. Preuss, dem Director des botanischen Gartens zu Victoria, in Kamerun, von Hrn. Bachmann, dem Leiter der Station Misahöhe, in Togo gesammelt wurde, nur als eine biologische Varietät der oben genannten Species ansehen zu müssen. Wie aus den auf $\frac{1}{3}$ verkleinerten Habitusbildern der dieser Abhandlung beigegebenen Tafel hervorgeht, ist die Pflanze hinsichtlich der Entwickelung der Blüthenstände recht vielgestaltig;

aber alle von mir untersuchten Exemplare stimmen darin überein, dass theils aufrechte, theils am Boden niederliegende und wurzelnde Zweige entwickelt werden. In vielen Fällen, wie z. B. bei dem in Fig. *B* dargestellten, sind die aufrechten Zweige kräftig, die am Grunde entstehenden Ausläufer nur schwach, in anderen, z. B. in dem durch Fig. *C* dargestellten, sind die weithin kriechenden Ausläufer sehr erstarkt und entsenden aus den Achseln der meist auf die lanzettlichen Stipulae reducirten Blätter aufsteigende oder senkrecht in die Höhe wachsende Sprosse, welche eine Länge von 5–6^{dm} erreichen. In noch anderen Fällen (Fig. *D*) stehen nur Blüthenstände in den Blattachseln der niederliegenden Zweige. Hinsichtlich der Blüthenverhältnisse scheint zunächst der in Fig. *A* dargestellte Fall ziemlich häufig, dass nämlich in den Blattachseln der mittleren Blätter der aufrechten Stengel lange Zweige mit reichblüthigen oft zu einer Scheinähre zusammengedrängten Knäueln männlicher Blüthen stehen; in den oberen Blattachseln dagegen etwas kürzere Zweige mit mehreren deutlich gestielten weiblichen Blüthen, die nur selten einen gedrängten, meist einen lockeren Wickel bilden. Bisweilen ist der Fall zu beobachten, dass am unteren Theil des vorherrschend männlichen Blüthenstandes unten einzelne langgestielte weibliche Blüthen stehen (Fig. *Af*). Die weiblichen Inflorescenzen hängen entweder herab oder sie hängen, wie in Fig. *A*, erst nach unten und sind dann nach oben gebogen. Seltener finden sich aufrechte Sprosse, welche nur weibliche Blüthenstände tragen, wie der in Fig. *B* abgebildete. Dieser ist ausserdem dadurch auffallend, dass weibliche Blüthenstände nicht bloss in den oberen Blattachseln entstehen, sondern auch am Grunde des Stengels; diese entwickeln längere Achsen als die oberen weiblichen Blüthenstände und treiben wenigstens theilweise die Blüthen in den Boden hinein. Da ich die Pflanzen nur getrocknet gesehen habe, kann ich nur aus der absteigenden Richtung der Inflorescenzen, aus den an ihnen haftenden Laubfragmenten und Bodenpartikelchen, sowie den ihnen entspringenden Wurzeln darauf schliessen, dass sie in den Boden eindringen; wahrscheinlich ist derselbe, wie dies an Standorten der Schatten liebenden Urticaceen fast immer der Fall ist, sehr humös und mit Laub bedeckt, so dass die Blüthenstände im Laub versteckt sind. Recht häufig ist aber der in Fig. *C* bei *a* dargestellte Fall, dass hart am Grunde eines aufrechten Sprosses ein Blüthenzweig entspringt, der 2–4^{dm} Länge erreicht, oben zahlreiche Knäuel männlicher Blüthen trägt und am Grunde 0.5–1.5^{dm} lange, sehr dünne Zweige mit weiblichen Blüthen.

Während der in Fig. *Ca* abgebildete Zweig sofort aufsteigt und von unten bis oben gleich stark ist, verlaufen sehr häufig die den

niederliegenden Sprossen entspringenden Blüthenzweige erst einige Centimeter bis 1^dm unter der Erde oder an der Erdoberfläche, ehe sie aufsteigen; ihr unterer Stengeltheil ist dann nur halb so dick, als der obere aufgerichtete; auch bei diesen Blüthenzweigen ist es nicht selten, dass an dem unterirdischen oder dem Boden anliegenden Theil des Zweiges armblüthige weibliche Inflorescenzen stehen, welche in den Boden dringen. In Fig. *Cb* ist ein solcher Blüthenstand abgebildet. Da derartige Blüthenstände an ihrem unteren Ende sehr dünn sind und reichlich Wurzeln entwickeln, so gewinnen sie bald gegenüber dem Abstammungsspross eine gewisse Selbständigkeit; sie sind daher auch mehrfach einzeln ohne Verbindung mit ihrem Hauptspross gesammelt worden; es scheint, dass sie beim Herausnehmen aus dem Boden sehr leicht von dem Hauptspross losreissen. Derartige isolirte Blüthenstände habe ich mehrfach in den aus Westafrika eingegangenen Sammlungen gefunden; ohne genauere Untersuchung kann man dieselben leicht für Saprophyten halten. Wieder anders ist der in Fig. *D* abgebildete Fall; hier entstehen in den Achseln der Blätter des niederliegenden Stengels weibliche Inflorescenzen, die in die Erde dringen. In lockerer, aber nicht organischer Verbindung mit diesem Exemplar fand sich auch die in Fig. *P* dargestellte männliche Inflorescenz an einem dünnen Zweigchen, welches an einer Wurzel hing und beim Sammeln der Pflanze von seinem Mutterspross losgerissen worden sein muss. An dem Zweigchen stehen drei kugelige Knäuel, welche zwar männliche Blüthen enthalten, aber ganz erheblich von den normalen männlichen Blüthenknäueln abweichen. In den normalen männlichen Blüthenknäueln finden wir sitzende oder kurz gestielte, aber auch von etwas längeren Stielchen getragene Blüthen (Fig. *E–H*) mit 5, seltener 4 Blüthenhüllblättern und ebenso vielen Staubblättern, deren Antheren in der bei den Urticaceen gewöhnlichen Weise beim Zurückschnellen der Staubfäden ausstäuben. Über die Blüthen hinweg ragen eigenthümliche stielchenförmige Gebilde, die man wohl für Stielchen abgefallener Blüthen halten möchte (Fig. *Ea*). Die nähere Untersuchung ergiebt aber, dass die Blüthen an ihren Stielen, welche auch fast nie so lang werden wie die erwähnten Gebilde, sehr festsitzen und sich leichter von dem Blüthenstand, als von den Stielen loslösen; ferner findet man, dass diese stielchenähnlichen Gebilde keinen kreisförmigen, sondern nur einen schmalen Querschnitt haben, und eine Umschau bei anderen Arten der Gattung, namentlich bei *Fl. interrupta* (L.) Gaudich, deren Blüthenstände viel lockerer sind als bei *Fl. podocarpa*, zeigt, dass die fraglichen Gebilde Bracteen sind, welche am Ende eine schwache Verdickung besitzen. In den vorhin erwähnten unterirdischen männ-

lichen Blüthenköpfchen von *Fl. podocarpa*, deren eines in Fig. *Q* vergrössert abgebildet ist, sind die Bracteen ganz besonders zahlreich und haben ihr Ende schildförmig verbreitert (Fig. *U*). Unter dem Schutz dieser Schilder stehen die Blüthenhüllen, welche becherförmig, kurz 2–3-zähnig sind und nur 1 Staubblatt besitzen. Es wäre wichtig gewesen, den Pollen dieser Staubblätter mit demjenigen der oberirdischen männlichen Blüthen zu vergleichen; aber die Antheren, welche dreimal kleiner sind, als die der oberirdischen männlichen Blüthen, enthielten keinen Pollen. Da diese eigenartigen hypogaeischen männlichen Blüthenstände unter den zahlreichen mir vorliegenden Exemplaren sich nur einmal vorfanden, so möchte ich sie für eine abnorme Bildung halten und glauben, dass sie bei der Befruchtung überhaupt keine Rolle spielen, selbst wenn hin und wieder Pollen in den Antheren enthalten sein sollte. Dagegen ist es mir wahrscheinlich, dass der von den zahlreichen oberirdischen männlichen Blüthenständen in grosser Menge producirte Pollen durch die in humusreichem Boden immer reichlich vorhandenen Thiere, vielleicht durch Regenwürmer, verschleppt und auf die weiblichen Blüthen gebracht wird. Jedenfalls vollzieht sich die Befruchtung der unterirdischen weiblichen Blüthen ziemlich häufig; denn ich fand immer an den unterirdischen weiblichen Blüthenständen Früchte oder in Fruchtentwickelung begriffene Stempel. Die unterirdischen weiblichen Blüthen unterscheiden sich kaum oder nur wenig von den oberirdischen. Die Blüthenhülle ist in beiden Fällen viertheilig, mit sehr ungleichen Abschnitten; der eiförmige Fruchtknoten endet in eine ihm gleich lange pfriemenförmige Narbe, die auch in dem locker humösen, mit Blattresten reichlich durchsetzten Substrat in kleinen Hohlräumen, hin und wieder wahrscheinlich auch noch an der Oberfläche des Bodens, mit Pollen belegt werden kann. Die unterirdischen Früchte (Fig. *O*) sind ein wenig breiter, als die oberirdischen, und ebenso ist der unterirdisch erzeugte Same etwas grösser, als der oberirdisch entwickelte, eine auch bei anderen amphicarpen Pflanzen zu beobachtende Thatsache.

Die eben geschilderten Geschlechterverhältnisse von *Fleurya podocarpa* WEDD. zeigen deutlich, dass bei dieser Pflanze noch keineswegs fixirte Verhältnisse vorhanden sind, dass die Stellung der Blüthenstände eine recht veränderliche ist. Sowohl bei den Formen mit aufrechtem, als wie bei den Formen mit niederliegendem Stengel kommen Fälle mit gleichartigen Blüthenständen (Fig. *B*) und solche mit Blüthenständen verschiedenen Geschlechtes (Fig. *A*) vor, und sowohl an den aufrechten wie an den niederliegenden Stengeln können Blüthenstände entstehen, die oben männliche, unten weibliche Blüthen tragen (Fig. *A*, *Cb*). Auch eine andere, durch sehr kräftigen Wuchs der aufrechten

Stengel und durch rispige Anordnung der männlichen Blüthenknäuel, sowie durch gedrängtere weibliche Inflorescenzen ausgezeichnete Varietät, var. *Mannii* Wedd. von Kamerun, verhält sich insofern ungleich, als sie einerseits Sprosse mit nur männlichen oder nur weiblichen oberirdischen Blüthenständen entwickelt, anderseits aber auch in Exemplaren vorkommt, welche oben weibliche, weiter unten männliche Inflorescenzen tragen.

Schliesslich noch einige Worte über die biologische Bedeutung der Amphicarpie und Geocarpie. Es ist mehrfach ausgesprochen worden, dass die Versenkung der Früchte in die Erde eine Schutzvorrichtung sei, durch welche die Samen vor den Angriffen von Thieren und der Witterung geschützt werden sollten. Gérard[1] spricht sich bezüglich *Lathyrus sativus* var. *amphicarpus* und *Vicia angustifolia* var. *amphicarpa* dahin aus, dass die Samen gegen Vögel geschützt werden sollten; »On ne peut douter que la nature n'ait pourvu d'une manière particulière à la conservation de ces deux plantes, en accordant à leurs individus une faculté de se reproduire, dont eux seuls jouissent et dont le succès paraît mieux assuré à l'égard d'une graine naturellement enfouie, que sa situation met à l'abri de toute atteinte de la part des oiseaux, qu'à l'égard de celle, qui se répond sur la surface de la terre«. Bezüglich *Cardamine chenopodiifolia* sagt Grisebach:[2] »Der langen Dauer regenloser Jahreszeiten in den südamerikanischen Ebenen jenseits des Wendekreises scheint es zu entsprechen, dass die Keimkraft des Samens durch Versenkung in den Erdboden sicher gestellt wird«. Huth, der die früher bekannten Fälle von Geocarpie und Amphicarpie zusammengestellt hat, meint bezüglich der geocarpen Pflanzen *Arachis hypogaea* und *Trifolium subterraneum* (a. a. O. S. 90): »In beiden Fällen haben wir es hier jedenfalls mit einer Schutzvorrichtung zu thun, die dazu dient, die Früchte vor dem Zahne der weidenden Thiere sicher zu stellen, gerade wie ihr niedrig am Boden kriechender Wuchs die ganze Pflanze einigermaassen vor den kurzabweidenden Schafen und anderen Thieren schützen soll«. Nun mag ja zugegeben werden, dass die Bergung der Samen unter der Erde einen Schutz gegen Thiere und Witterung gewährt, aber die erste Ursache für das verhältnissmässig doch sehr seltene, nur ausnahmsweise auftretende Verhalten, welches einige Vortheile gegenüber den oberirdisch erzeugten Samen gewährt, ist sicher eine physiologische, mit anderen Eigenthümlichkeiten der in Rede stehenden Pflanzen zusammenhängende. Die erste Ursache für die Geocarpie oder Amphi-

---

[1] Gérard: Mémoire sur deux plantes à fructification souterraine. 1800.

[2] Grisebach: Der Dimorphismus der Fortpflanzungsorgane von *Cardamine chenopodiifolia* Pers. Bot. Zeit. 1878 S. 723.

carpie muss die sein, dass diese Pflanzen die zur Blüthenbildung nothwendigen Stoffe entweder schon bereit haben, wenn sie ihre unteren Blätter am Hauptstengel (*Cardamine chenopodiifolia*) entwickelt haben oder wenn ihre unteren dem Boden anliegenden oder in denselben eindringenden Seitensprosse entwickelt sind (*Voandzeia, Trifolium subterraneum, Vicia amphicarpa, Lathyrus amphicarpus, Fleurya podocarpa* u. s. w.). Fast alle amphicarpen Pflanzen besitzen aber entweder in ihrem Nährgewebe oder in ihren Embryonen reichliche Nährstoffe, welche eine frühzeitige Entwickelung von basalen Seitensprossen und eine Entwickelung von Blüthen schon am Grunde der Hauptsprosse begünstigen. Diese erste Ursache ist aber allein zur Entstehung von Amphicarpie nicht hinreichend; denn es giebt eine sehr grosse Zahl von Pflanzen, welche niederliegende, auch in den Boden eindringende oder schon unter der Erde entstehende Sprosse mit Blüthenanlagen entwickeln, bei denen aber doch immer die Blüthen tragenden Stengel oder Äste über die Erde treten und über derselben Früchte reifen, namentlich auch zahlreiche Leguminosen, deren Samen ebenso nachgestellt werden könnte, wie denen von *Lathyrus amphicarpus* und *Vicia amphicarpa*. Dazu kommt, dass *Lathyrus amphicarpus* nur als eine biologische Varietät des aërocarpischen *Lathyrus sativus*, *Vicia amphicarpa* als eine solche der *Vicia sativa* anzusehen ist, dass *Lathyrus setifolius* bald nur aërocarp, bald amphicarp vorkommt, wie das auch bei *Fleurya podocarpa* der Fall ist. Dies zeigt, dass die Amphicarpie vielfach noch eine individuelle Variation ist, die davon abhängt, ob ein Pflanzenstock schon bei der Entwickelung der unteren Sprosse zur Bildung von Blüthensprossen vorzuschreiten vermag, ob er gewissermaassen dort schon die Blüthenstoffe vorräthig hat. FABRE[1] hat sogar bei *Vicia amphicarpa* zwei sehr wichtige Experimente gemacht, welche auch bei anderen amphicarpen Pflanzen wiederholt werden sollten; er hat oberirdische Zweige mit Blüthenanlagen in den Boden eingesenkt und dadurch erreicht, dass derselbe etiolirt wurde und die Blüthen unter der Erde reifend nur wenige dicke Samen hervorbrachten, wie dies bei den von selbst unter der Erde entwickelten Blüthen der Fall ist; anderseits entwickelten unter der Erde angelegte Blüthenzweige über die Erde gehoben mit gefärbten Petalen versehene Luftblüthen und wie die gewöhnlichen chasmogamen Blüthen von *Vicia amphicarpa* oder *Vicia angustifolia* Früchte mit einer grösseren Anzahl kleinerer Samen. Hieran schliessen sich auch die Erfahrungen, welche KERNER V. MARILAUN[2] mit *Viola sepincola* JORDAN machte. Dieses

[1] H. FABRE: Observations sur les fleurs et les fruits hypogés du *Vicia amphicarpa*. Bull. de la Soc. bot. de France II, 503.

[2] KERNER V. MARILAUN, Pflanzenleben II S. 388.

Veilchen entwickelt an schattigen Standorten zwar im Laub versteckte oder unter der Erde geborgene kleistogame Blüthen, dagegen an zeitweilig besonnten Stellen neben den kleistogamen Blüthen auch chasmogame und duftende Blüthen an aufrechten Stielen.

Wenn in diesen Fällen die Umbildung so rasch gelang, so erscheint es befremdlich, dass eine so grosse Zahl von Pflanzen, die niederliegende Stengel mit dem Boden genäherten Blüthen besitzen, nicht zur Amphicarpie gelangt ist; aber es ist eben mit der Annäherung an den Boden, mit dem Eindringen von Blüthenknospen in denselben noch nicht Alles geschehen, was zur Amphicarpie führt; es müssen vor allen Dingen die Blüthen kleistogam werden können, wenn die Bestäubung unter dem Boden erfolgen soll. Diese zweite Bedingung ist bei allen zwitterblüthigen amphicarpen Pflanzen vorhanden und auch bei dem nur unter der Erde reifenden *Milium amphicarpum* Pursh, bei dem die oberirdischen Blüthen in der Regel nicht mehr zur Fruchtbildung gelangen. Eine gemeinsame Erscheinung der amphicarpen Pflanzen ist auch die, dass unter der Erde die Blüthenstiele etwas länger werden, die Stempel dagegen etwas kürzer und ärmer an Samenanlagen, die Samen jedoch etwas grösser, als bei den oberirdischen Luftblüthen. Das Längerwerden der Blüthenstiele ist eine durch die unterirdische Entwickelung ziemlich selbstverständliche Etiolirungserscheinung; auch das Kürzerwerden der Stempel und die damit zusammenhängende Reduction der Zahl der Samenanlagen ist darauf zurückzuführen, dass unter der Erde alle Blattgebilde kürzer bleiben, saftreicher sind und sich weniger fortentwickeln, als wenn sie über die Erde treten; auch das Fleischigwerden der Carpelle steht mit der Etiolirung im Zusammenhang. Ferner darf man wohl auch annehmen, dass die oberirdischen, Laubblätter tragenden Sprosse durch ihre Assimilationsthätigkeit mehr Material zur Entwickelung von grösseren Carpellen liefern können als die unterirdischen. Wenn aber weniger Samenanlagen in den einzelnen Carpellen vorhanden sind und, wie es bei den unterirdischen Blüthenständen die Regel ist, eine geringere Anzahl von Blüthen angelegt wird, so ist auch leicht verständlich, dass die wenigen an einem unterirdischen Blüthenzweige vorhandenen Samenanlagen zu grösseren Samen werden, als die zahlreicheren Samenanlagen der oberirdischen Blüthenzweige.

Nicht bloss die bereits erwähnten amphicarpen Pflanzen, deren untere Früchte in der Erde geborgen werden, sondern auch noch einige andere, welche nur oberirdische Früchte entwickeln, zeigen Früchte von verschiedener Grösse und verschiedener Samenzahl. Diese Pflanzen hat man heterocarpe genannt. Man wird aber gut thun, wenn man unterscheidet zwischen den Pflanzen, bei welchen Heterocarpie

auf demselben Blüthenstand stattfindet und zwischen denjenigen, bei welchen die Früchte verschiedener Blüthenstände in Form und Grösse abweichen. Die ersteren, welche namentlich bei Umbelliferen und Compositen zahlreich sind, gehen uns hier wenig an, da ihre Heterocarpie unter ganz anderen Verhältnissen stattfindet, als die Heterocarpie der anderen Kategorie. Heterocarpie in verschiedenen Blüthenständen treffen wir an bei *Heterocarpus Fernandezianus* PHIL., einer Crucifere auf Juan Fernandez, welche sich so verhält, wie *Cardamine chenopodiifolia* PERS., ohne jedoch ihre basalen Sprosse in die Erde zu versenken; ferner bei *Desmodium heterocarpum* DC. in Ostindien, welches unten 1-samige, oben 5–7-samige Hülsen entwickelt. Hier ist Etiolement nicht die Ursache für die Verkürzung der Carpelle; vielmehr scheint dieselbe hier nur von dem verschiedenen Reichthum an assimilirten Stoffen im unteren und oberen Theil des Sprosses abzuhängen. Experimentell würde dies bei *Desmodium heterocarpum* dadurch zu prüfen sein, dass man vom oberen Theil des Stengels vor der vollkommenen Ausbildung der Blüthen ein Stück abschneidet. Soviel ich weiss, ist aber diese Pflanze nicht in Cultur.

Während die Entstehung der Amphicarpie unschwer zu erklären ist, herrscht bezüglich der Geocarpie noch einiges Dunkel. Die geocarpen Pflanzen haben chasmogame Blüthen, nach deren Befruchtung über der Erde in den meisten Fällen, sei es durch geotropisches Wachsthum des Trägers des Blüthenstandes (*Trifolium subterraneum*), sei es durch solches des Blüthenstieles (*Morisia monanthos*), sei es durch solches des Carpophors (*Arachis hypogaea*) die jungen Früchte in den Boden getrieben werden und dort reifen; dies ist aber nur bei den unteren Blüthen der Fall, denn die oberen gelangen, auch wenn sie befruchtet werden, nicht zur Fruchtentwickelung, fallen vielmehr ab, wie dies am deutlichsten bei *Arachis hypogaea* wahrzunehmen ist. Vielleicht ist diese Erscheinung so zu erklären, dass die rasche Entwickelung der am Grunde stehenden und zuerst befruchteten Blüthen zu sehr viel Kohlenhydrate verbrauchenden Früchten der Fruchtentwickelung der später erzeugten und später befruchteten oberen Blüthen hinderlich ist. Eine physiologische Ursache für die starke Verlängerung des Carpophors, durch welche die Frucht von *Arachis* in den Boden getrieben wird, vermag ich aber vorläufig nicht anzugeben. Bei *Voandzeia subterranea*, welche Dr. TAUBERT[1] im vergangenen Jahr im botanischen Garten beobachtete, entwickeln sich gleich Anfangs in den Boden dringende Blüthenstände in den Blattachseln der dem Boden

---

[1] TAUBERT in ENGLER und PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien III. 3. S. 381, Fig. 135.

anliegenden Zweige; die Knospen aber werden von den nach oben wachsenden Blüthenstielen etwas über die Erde hinausgetrieben und entwickeln sich dort zu chasmogamen Blüthen, nach deren Bestäubung durch weiteres Wachsthum der unterirdischen Hauptachse des Blüthenstandes die Frucht in die Erde hineingezogen wird. Da diese Achse von vornherein unterirdisch ist, so ist ihre nachträgliche Verlängerung nicht auffallend und nicht mit der geotropischen Entwickelung des Carpophors von *Arachis* oder des Köpfchenstieles von *Trifolium subterraneum* zu vergleichen.

Erklärung der Tafel.

Fig. *A*. Aufrechter Zweig von *Fleurya podocarpa* Wedd. ½ n. Gr. mit männlichen und weiblichen Inflorescenzen, an der zweiten männlichen Inflorescenz unten bei *f* ein Stiel mit einer weiblichen Blüthe.

Fig. *B*. Spross von *Fleurya podocarpa* var. *amphicarpa* Engl., mit oberirdischen und unterirdischen weiblichen Blüthen.

Fig. *C*. *Fleurya podocarpa* var. *amphicarpa*, mit langem horizontalem Spross und einzelnen aufrechten Sprossen, bei *a* am Grunde des aufrechten Sprosses ein Blüthenstand mit langgestielter zusammengesetzter männlicher Inflorescenz am Ende und einer niederliegenden weiblichen Inflorescenz am Grunde, bei *b* ein solcher Blüthenstand mit unterirdischem langem Basaltheil, der nur eine unterirdische weibliche Blüthe an langem Stiel trägt.

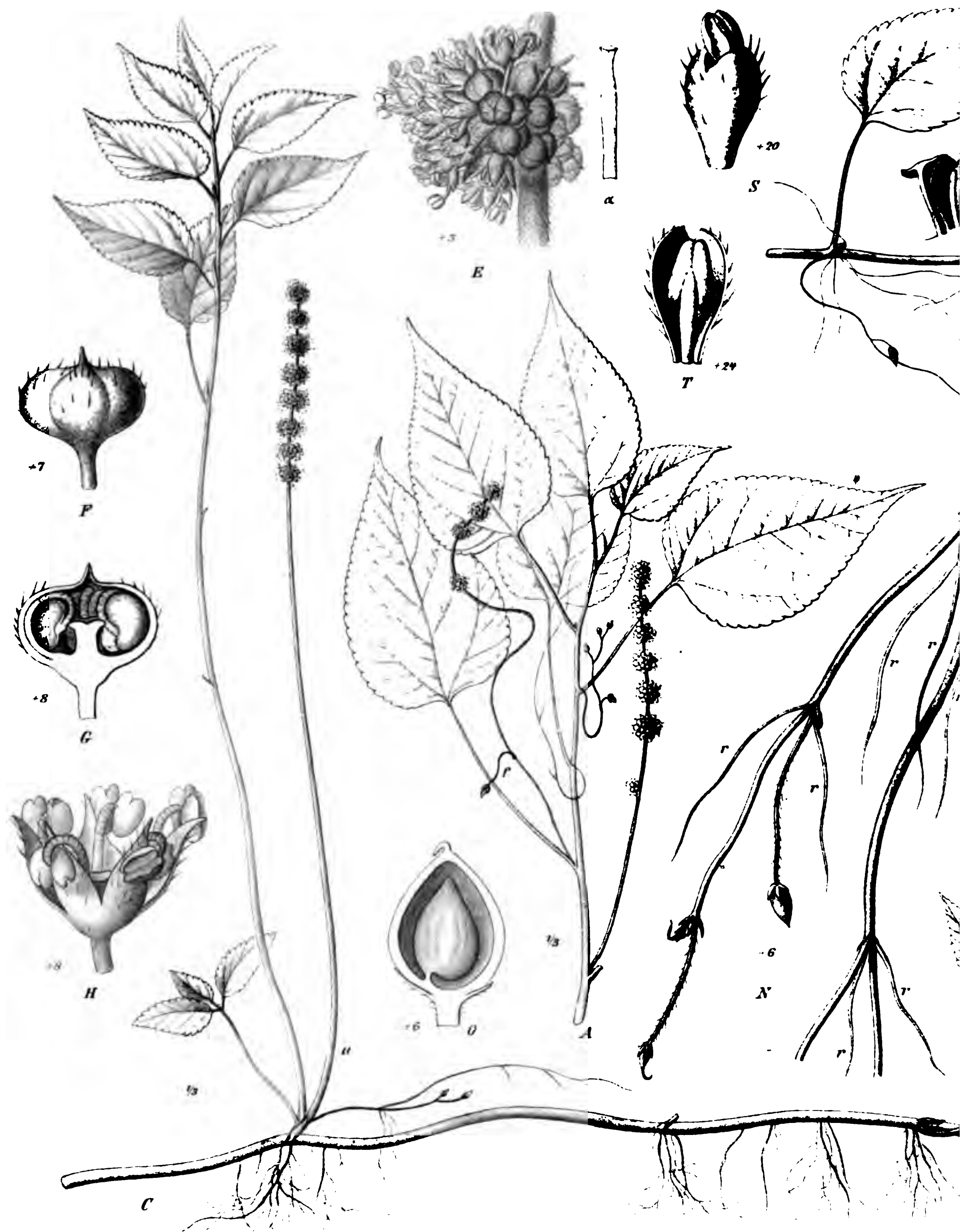
Fig. *D*. Horizontaler Spross, in dessen Blattachseln nach unten wachsende weibliche Inflorescenzen stehen.

Fig. *E–H*. *E* ein oberirdischer Knäuel männlicher Blüthen, bei *a* Bractee; *F* Knospe, *G* Längsschnitt derselben, *H* geöffnete Blüthe.

Fig. *I–M*. *I* eine oberirdische weibliche Blüthe, *K* dieselbe im Längsschnitt, *L* oberirdische Frucht, *M* Längsschnitt durch dieselbe und den Samen.

Fig. *N*, *O*. *N* ein unterirdischer Spross mit weiblichen Blüthen, wie bei *B*, *r* die Wurzeln; *O* eine unterirdische Frucht im Längsschnitt, so wie die oberirdische Frucht *M* 6mal vergrössert.

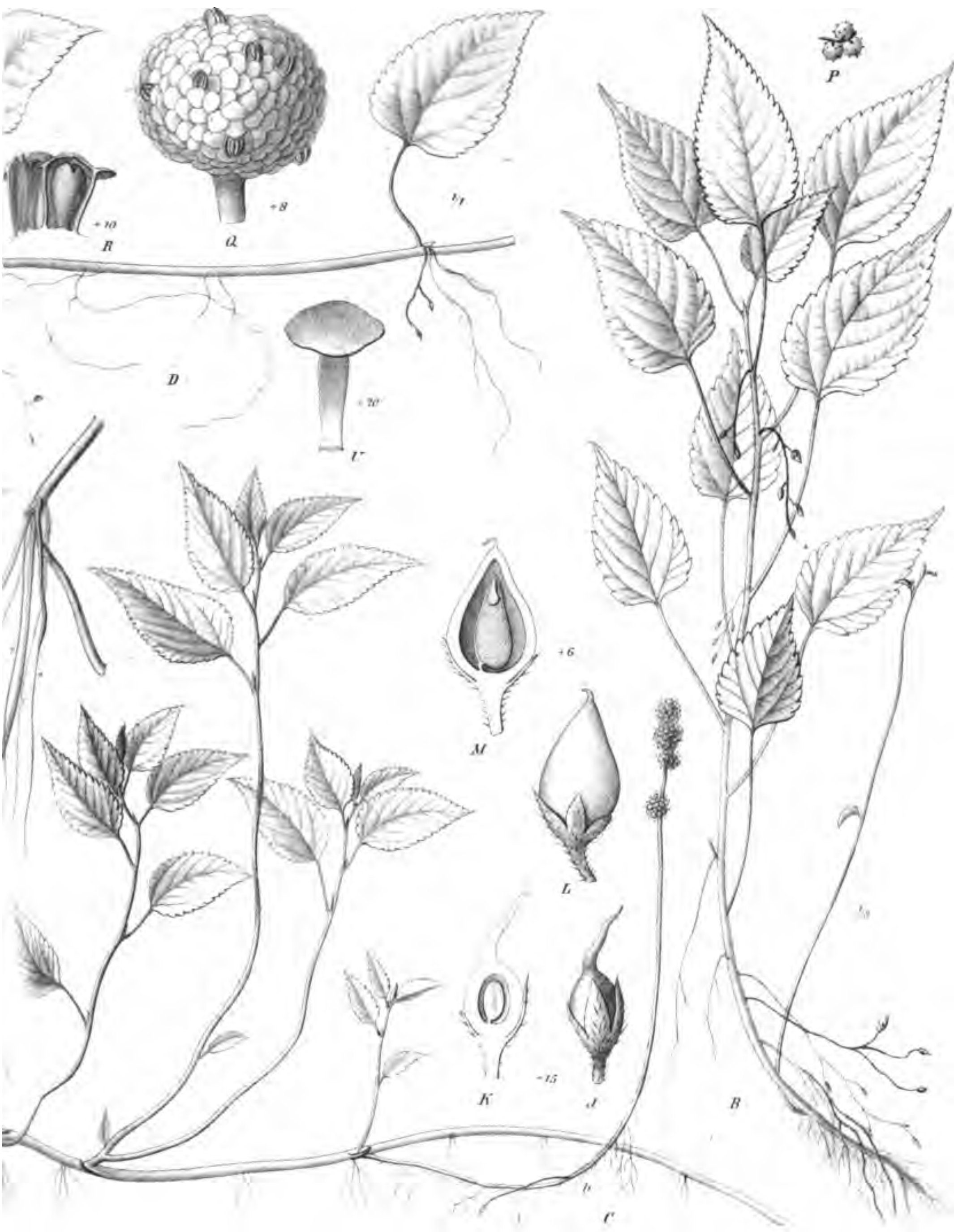
Fig. *P–U*. *P* 3 unterirdische Knäuel männlicher Blüthen; *Q* ein solcher Knäuel vergrössert; *R* Längsschnitt durch einen Theil des Knäuels, die nagelförmigen Bracteen und die von denselben bedeckten verkümmerten männlichen Blüthen zeigend; *S* eine männliche Blüthe; *T* eine solche nach Entfernung einer Hälfte der Blüthenhülle; *U* Bractee.



J. Pohl gez.

Engler: Über Amphicar

Taf. I.



C. Laue lith.

arpie bei Fleurya podocarpa Wedd.

Über die Bestimmung der Moleculargrösse einiger anorganischer Substanzen.

Von Heinrich Biltz
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. Fischer am 10. Januar [s. oben S. 1].)

Während sich auf dem Gebiet der organischen Chemie die bequemen Methoden zur Bestimmung des Moleculargewichts in Lösungen immer grösserer Verwendung erfreuen, greift man, wenn die Moleculargrösse anorganischer Körper bestimmt werden soll, gern zur Feststellung der Gasdichte zurück, und mit vollem Recht. Denn während bei dem Körperreichthum der Kohlenstoffderivate zur Erprobung der Brauchbarkeit der Methode für einen bestimmten Fall leicht analoge Körper herangezogen werden können, ist diese Controle bei anorganischen Substanzen viel weniger möglich; und so werden die oft grossen Schwierigkeiten, die die Ermittelung der Gasdichte, namentlich bei hohen Temperaturen, bietet, doch stets in den Kauf genommen werden müssen, wenn es sich um eine eingehendere Untersuchung der Molecularverhältnisse von anorganischen Stoffen handelt. Anderseits unterstützen und erweitern unter Umständen die kryoskopische und ebullioskopische Methode die vaporimetrischen Untersuchungen, wie dies die Untersuchung des Schwefels gezeigt hat, bei der die letztgenannte Methode mit Sicherheit nur die Existenz von Molecülen S_2 erweisen konnte, die Vermuthung, dass daneben complicirtere Molecüle existiren, aber nahe legte, und erst durch die Lösungsmethoden das Vorhandensein von complicirteren Molecülen S_8 sich feststellen liess; aus einer rechnerischen Zusammenfassung dieser Experimentaluntersuchungen ist schliesslich auf das Dissociationsstadium S_6 geschlossen worden.

Diese Gründe veranlassten mich, die Untersuchung anorganischer Substanzen auf ihre Moleculargrösse, die vor sechs Jahren abgebrochen war, wieder aufzunehmen, um so mehr, als mir durch die Munificenz der Akademie die Ausführung kostspieliger Versuche ermöglicht wurde.

Die hiermit zu publicirenden Versuche sind dreierlei Art. Einmal stellte ich Versuche zur Erzielung einer höheren Temperatur, als bis-

her bei Dichtebestimmungen fester Substanzen verwandt werden konnte, an; zweitens studirte ich die Frage nach der Moleculargrösse der arsenigen Säure durch systematisch bei verschiedenen Temperaturen ausgeführte Gasdichtebestimmungen und durch ihre Untersuchung in Lösungsform; und schliesslich bemühte ich mich — allerdings bisher vergeblich — geeignete Bedingungen zur Gasdichtebestimmung der Alkalimetalle aufzufinden.

I. Gasdichtebestimmungen bei Weissgluth.

Die höchste Temperatur, die zu pyrochemischen Gasdichtebestimmungen fester Körper bisher verwandt worden ist, wurde nach dem Nilson-Pettersson'schen[1] Verfahren im Göttinger chemischen Universitätslaboratorium von V. Meyer und mir[2] erreicht, nämlich eine 1600° überschreitende, nahe an 1700° herankommende Temperatur. Sie wurde in einem Gasofen, in den Luft mit einem Gebläse eingeblasen wurde, erzielt, wobei der vorzüglich wirkende Abzugschornstein des Göttinger Laboratoriums die Verbrennungsgase absog. Porcellangefässe erweichten und konnten nur durch eine schützende Umhüllung von Platinblech vor Deformation bewahrt werden.

Sollte eine höhere Temperatur hergestellt werden, so war zweierlei nöthig. Es musste ein gegen hohe Temperatur widerstandsfähigeres Gefässmaterial gefunden werden, und es musste die Heizvorrichtung verbessert bez. durch Herrichtung eines Luftvorwärmers vervollkommnet werden.

Ofen und Brenner.

Als Ofen zur Erreichung der höchsten Temperaturen diente ein kleiner Perrot'scher Gasofen aus der Fabrik von Wiesneg in Paris. Der durch die senkrecht stehenden Kacheln gebildete Heizraum dieses Ofens war 32^{cm} hoch und 12^{cm} weit. Die Flammen schlugen durch ein im Boden befindliches Loch von $7^{cm}.5$ Durchmesser[3], stiegen in eben erwähntem Heizraum nach oben und umspülten herabsteigend die Kacheln von aussen, so dass die Hitze im Innenraum nicht durch Ausstrahlung geschwächt werden konnte. Dieser Ofen giebt mit dem dazu gehörigen Gasbrenner, der aus neun gemeinschaftlich auf einem

---

[1] L. F. Nilson und O. Pettersson, Zeitschr. f. physik. Chem. 4, 211. 1889.

[2] V. Meyer und H. Biltz, Zeitschr. f. physik. Chem. 4, 249. 1889.

[3] Dieses Loch wurde bei Verwendung des gleich zu beschreibenden Brenners auf etwa 9^{cm} Durchmesser erweitert, um dem etwas breiteren Flammenbündel dieses Brenners einen bequemen Eintritt zu geben. Eine gute Abbildung dieses Ofens nebst Brenner findet sich Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 12, 1113. 1879.

Fuss montirten grossen Bunsenbrennern besteht, eine Hitze von etwa 1000° bis 1100°, d. h. eine kräftige Rothgluth.

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	Volumen ausgetreten aus dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
139.cc2	9.cc3	16°	748.mm8	20.°4
134.4	9.6	17	741.8	14.8

Das Volumen des Pyrometercylinders betrug 160.cc74; demnach berechnen sich die Temperaturen auf **1059°** und **1010°**.

Unter Anwendung eines sehr stark ziehenden Schornsteins wird sich diese Temperatur noch etwas steigern lassen.

Dadurch, dass in einen solchen Brenner ein kleiner 16-Gebläsebrenner (nach SONNENSCHEIN, vergl. C. DESAGA, Heidelberg Katalog 1888 Nr. 205) eingesetzt wird, so dass sein Flammenbündel innerhalb des Kranzes der neun Brenner zur Wirkung kommt, lässt sich, wie NILSON und PETTERSSON einerseits, andererseits V. MEYER und ich zeigten, eine Höhe von 1600—1700° erzielen. Dass im Göttinger chemischen Laboratorium nach der gleichen Methode eine etwas höhere Temperatur als in Stockholm erreicht wurde, erklärt sich wohl dadurch, dass in Göttingen zum Absaugen der Verbrennungsgase ein 31.m5 hoher Schornstein zur Verfügung stand. Neuerdings erhielt ich mit Anwendung eines etwa 20m hohen gewöhnlichen Schornsteins in Heidelberg eine Temperatur, wie sie NILSON und PETTERSSON erhalten haben. Bei dieser Temperatur vergaste aber auch Thallium, dessen Gasdichtebestimmung mir in Göttingen möglich gewesen war, nur sehr unvollkommen.

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	Volumen ausgetreten aus dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
145.cc0	12.cc3	21.°8	755mm	19.°8

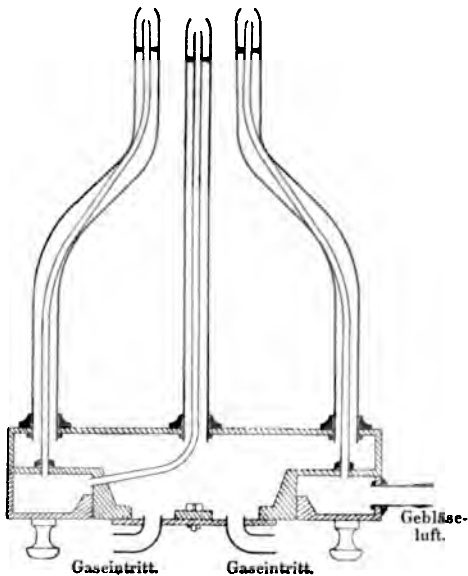
Das Volumen des Pyrometercylinders betrug vor dem Versuch 155.cc75, nach dem Versuch 155.cc42. Demnach berechnet sich die Temperatur auf **1571°**.

Da die bei diesen Temperaturen gewonnenen Resultate den Wunsch nach Erreichung eines noch höheren Hitzegrades erweckten, bei der voraussichtlich einige der damals der Lösung nahe gebrachten Fragen zu entscheiden sein würden, so versuchte ich die Hitze des Ofens dadurch zu steigern, dass ich das Gas und die Gebläseluft, die in den Brenner eintreten, vorwärmte. Diess war, wie Versuche zeigten, mit

der beschriebenen Anordnung nicht in ausreichendem Maasse möglich. Denn nur die kleinere Menge Luft, nämlich die in den Sechzehnbrenner eingeblasene, lässt sich vorwärmen, während ein Vorwärmen der Hauptmenge der Luft, die von unten in den Gas-Luftmischraum des grossen 9-Brenners eintritt, nicht möglich ist, ohne dass ein Zurückschlagen der Flammen erfolgt. Demzufolge war auch die Wirkung, die die Vorwärmung der Gebläseluft ausmachte, gering.

Ich schritt deshalb zur Construction[1] eines neuen Gebläsebrenners, der so eingerichtet ist, dass in ihm nur an einer Stelle die Luft eintritt und das Gas ebenfalls einer Leitung entnommen werden kann, Gas und Luft ferner bequem Vorwärmer passiren können, und ein Zurückschlagen der Flammen schliesslich unmöglich ist.

Als Fuss benutzte ich den unteren gusseisernen Kastentheil eines Perrot'schen Brenners, wie er dem grösseren Modell des Ofens (Höhe des Ofenraums 50^{cm}) beigegeben wird. Die zwölf Brennerröhren wurden durch Messingröhren von $1^{cm}.7$ äusserem Durchmesser ersetzt, die wie die Abbildung zeigt, zweimal gebogen waren, so dass die oberen Theile einander parallel dicht neben einander lagen und einen Kranz bildeten. Diess bewirkte, dass die Flammen senkrecht nach oben schlagen, ohne sich einander zu behindern. Der in der Mitte des Brennerdeckels sich befindende Rohransatz, in den ein Träger für Tiegel u. s. w. eingeschraubt werden kann, wurde entfernt und an seine Stelle ein dreizehntes gerades Brennerrohr, das in der Mitte des oben beschriebenen Brennerkranzes mündet, gesetzt. Diese Brennerröhren führen unten in einen Raum des Fusstheiles, der bei der gewöhnlichen Anordnung des Perrotbrenners die Luft enthält, jetzt aber die Vertheilung der Leuchtgase für die Brenner besorgt. Die Einführung der Leuchtgase wurde von unten dadurch bewerkstelligt, dass das Schieberventil, das die Lufteinfuhr zu regeln bestimmt ist, abgeschraubt und statt seiner eine Messingplatte unter Asbestdichtung aufgeschraubt wurde,



Der Dreizehn Gebläsebrenner. $\frac{1}{5}$ nat. Grösse.

[1] Diese wurde von der Heidelberger Firma C. Maquet (vormals Lipowsky-Fischer) ach meinen Angaben in geschickter Weise ausgeführt, wobei nicht unerhebliche tech- ·hwierigkeiten glücklich überwunden wurden.

die zwei ½zöllige Kniestücke trug. Durch diese wurde an zwei gegenüberliegenden Stellen Gas in den Vertheilungsraum geleitet; in die Kniestücke waren zu diesem Zweck kurze Gasrohrstücke eingesetzt, die mit Verschraubungen mit der Gasleitung verbunden und auch leicht wieder gelöst werden konnten, so dass der Brenner ohne Mühe losgeschraubt und von seinem Platze entfernt werden konnte.

Die Gebläseluft wurde durch den Rohransatz, durch den gewöhnlich beim Perrotbrenner das Gas einströmt, zugeführt. Auch hier war eine Verbindung mittelst Gummischläuchen, die durch die Wärmestrahlung und die Hitze der vorgewärmten Gebläseluft gelitten hätten, vermieden und eine Verschraubung mit Leitung aus Gasrohr verwandt. Die Gebläseluft trat in einen im Fusse des Brenners befindlichen Ringraum, aus dem sie durch 13 Öffnungen — für jeden Brenner eine — entwich. Auf diese Öffnungen waren Messingrohre von 7^{mm} äusserem Durchmesser (beim Mittelbrenner waren die Dimensionen der Rohre etwas grösser: äusserer Durchmesser des Gasrohres 20^{mm}, äusserer Durchmesser des Luftrohres 10^{mm}) gesetzt, die in die 13 Brennerrohre führten und $\frac{1}{2}^{cm}$ unter ihrer Mündung endigten. Hier waren sie je durch drei Schräubchen centrirt. Sowohl diese Luftzuführungsröhrchen, wie die Brennerrohre selbst waren an ihrem Ende ein wenig verjüngt, damit durch Steigerung des Druckes eine bessere Mischung von Luft und Gas bewirkt würde.

Der Brenner bestand also aus 13 Gebläseflammen, die ihre Wirkung auf einen möglichst kleinen Raum zusammenfassten.

Zur Herbeischaffung der nöthigen Luftmenge diente ein Root'sches[1] Gebläse Nr. 5, das mir von der Mannheimer Maschinenfabrik, Mohr & Federhaff, Mannheim, zur Verfügung gestellt wurde. Laut Angabe der Fabrik liefert es bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit der Flügelwelle von 300 pro Minute $2^{cbm}.25$ Luft. Hiervon kam bei meinen Versuchen nur ein Theil zur Verwendung, da bei dem nicht unbeträchtlichen Widerstand, den die Röhrenleitung und die engen Röhrchen innerhalb des Brenners bieten, ein starker Verlust unausbleiblich ist. Der Druck, unter dem die Gebläseluft aus dem Brennerröhrchen austritt, wurde mit einem Quecksilbermanometer gemessen; er betrug 13^{mm}.

[1] Diess Root'sche Gebläse hat sich für pyrochemische Zwecke bei meinen Versuchen sehr gut bewährt; ich bin mit ihm mehr als mit einem Stiefelgebläse zufrieden, weil die gelieferte Luftmenge im Vergleich zur gebrauchten Arbeitskraft bedeutend grösser ist, sie unter einem gleichmässigeren Druck steht, schliesslich die Anschaffungskosten bedeutend niedriger sind. Der Druck, den ein Stiefelgebläse liefert, lässt sich zwar auf mehrere Atmosphaeren steigern, was mit dem Root'schen Gebläse nicht möglich ist, doch reicht für pyrochemische Zwecke der Druck der letzteren aus. Zum Betrieb von Kohleöfen im pyrochemischen Laboratorium würde eine grössere Nummer der Gebläse als die von mir beim Gasofen benutzte zu wählen sein.

Die Rohrleitung, welche die Luft zum Ofen führte, war mit einem seitlichen Rohransatz und einem an die Luft führenden Hahn versehen, durch den beim Ansetzen des Gebläses die Hauptmenge der Luft zunächst ins Freie gelassen wurde; erst wenn der Ofen eine höhere Temperatur angenommen hatte, wurde durch allmähliches Schliessen dieses Hahnes die Luftzufuhr verstärkt und geregelt.

Zur Vorwärmung der Gebläseluft diente ein etwa 2^m langes einzölliges Gasrohr, das durch zwei hinter einander stehende Verbrennungsöfen gelegt war und am Ende unmittelbar zum Ofen führte. Es wurde auf helle Rothgluth erhitzt, die jedoch beim Durchleiten der Gebläseluft fast ganz verschwand und nur noch am hinteren Ende, durch das also schon warme Luft strömte, dunkel sichtbar war. Hieraus ist zu schliessen, dass die Luft etwa 600–700° warm das Rohr verliess. Die Wirkung der Luftvorwärmung war geringer als ich erwartet hatte; es wurde bei einem Versuch die Temperatursteigerung, die sie erzeugte, gemessen und 75° gefunden. Versuche, durch Vorwärmung des Leuchtgases zu höheren Temperaturgraden zu gelangen, scheiterten vollkommen. Schon ein mässiges Anwärmen des durch ein längeres schwach erhitztes Gasrohr geleiteten Leuchtgases führte zu einem merklichen Fallen der Temperatur, die bei stärkerem Vorwärmen rapid sank. Offenbar treten Zersetzungen des Leuchtgases ein, die ihm wärmende Bestandteile entziehen.

Der Ofen gab bei voller Gaszufuhr ohne Gebläseluft eine leuchtende Flammenfackel von etwa 70^{cm} Höhe, die beim Zulassen von Gebläseluft auf 28^{cm} zusammensank.

Zur Charakterisirung der mit dem Brenner erreichten Temperatur wurden einige Versuche angestellt. Nickelmetall, dessen Schmelzpunkt bei etwa 1500° liegt, schmilzt in Porcellangefässen in den Ofen gebracht — also vor der directen Einwirkung der Flamme geschützt[1] — mit Leichtigkeit zusammen. Ein Platindraht von $0^{mm}.6$ Durchmesser erweicht so stark, dass er durch das Gewicht des unteren Drahtendes sich auszieht und am Ende zu einer Kugel schmilzt. Ganz dünner Platindraht schmilzt vollkommen zusammen. Die Ofentemperatur liegt also nahe dem Schmelzpunkt des Platin. Da dieser bei 1730° liegt, so kann man die Ofentemperatur auf etwa **1700°** schätzen, eine Zahl, mit der die weiter unten angeführten Messungen übereinstimmen. Da

[1] Tiegel, die im Ofen erhitzt werden sollen, stellt man am besten auf einen Dreifuss, den man aus einem Graphittiegel leicht aussägen kann; die drei $1-1\frac{1}{2}^{cm}$ breiten Füsse stehen dann innen auf dem Boden des Ofens, so dass die Flamme durch den Tiegel, dann durch die drei Öffnungen in den Ofen schlägt und den zu erhitzenden Gegenstand allseitig umspült. Um ein Anschmelzen dieses zu verhüten, legt man zwei Platinbleche, zwischen die etwas Chamotte gestreut ist, oben auf den Boden des Graphitdreifusses.

es bei den Versuchen Nilson's und Pettersson's und V. Meyer's und mir nach den bisherigen Erhitzungsmethoden nicht gelungen war, Platin zum Schmelzen zu bringen, so ist die Hitze des neuen Brenners unzweifelhaft etwas höher als die damals erreichte — aber wie die Messungen und die Beobachtungen bei der Dichtebestimmung hochsiedender Metalle z. B. des Thallium zeigen, nur wenig höher. 1700° scheint die höchste Temperatur zu sein, die man auch mit vollkommenen Erhitzungsvorrichtungen durch eine Gas-Luftflamme erzeugen kann. Eine weitere Steigerung wird erst durch Anwendung von Wassergas, das sich erwärmen lässt, bez. durch Zumischung von Sauerstoff zu erreichen sein; zu diesem Zweck wären aber weitere Änderungen des Brenners nöthig, da, wie ich feststellte, selbst eine Beimischung recht beträchtlicher Mengen Sauerstoff unter den beschriebenen Verhältnissen keine erhebliche Temperatursteigerung erkennen liess. Vielleicht gelingt es auch, einen Kohleofen, der mit Retortengraphit zu heizen wäre, so zu construiren, dass er eine in verschieden hoch gelegenen Schichten des Ofens gleiche Temperatur liefert. Versuche dieser Art sind schon vor mehreren Jahren angestellt worden. Es wurde ein Ofen gebaut, bei dem etwa 20–25^{cm} über dem Rost ein Ringraum von etwa 5^{cm} Durchmesser um den Ofen im Mauerwerk angebracht war, von dem Öffnungen in den Ofenraum führten. Durch diese sollte Gebläseluft in den Ofen gepresst werden und dadurch eine gleichmässig hohe Temperatur zwischen Rost und Ring gewonnen werden. Diese Versuche scheiterten daran, dass die damals benutzte Gebläsepumpe nicht genug Luft lieferte.

Der Vortheil der im Vorhergehenden beschriebenen Heizvorrichtung vor den sonst zum gleichen Zweck gebräuchlichen liegt darin, dass man bequem die höchste bisher mit dem leicht zu handhabenden Leuchtgas erreichte Temperatur erzeugen kann, und dass man dabei mit der Höhe eines Hausschornsteins auskommt, während das Nilson-Pettersson'sche Verfahren die Benutzung eines Fabrikschornsteines wünschenswerth macht, wenn die gleiche Hitze erzeugt werden soll.

Gefässe.

Zu pyrochemischen Untersuchungen wurden ausser Platinapparaten bisher Gefässe aus bestem Porcellan benutzt, die durch einen doppelten, innen und aussen angebrachten Überzug von Glasur für Gase undurchlässig gemacht waren. Solche Gefässe haben sich bis etwa 1500–1600° vorzüglich bewährt, obgleich sie schon bei einer geringeren Temperatur zu erweichen beginnen, so dass sie grösseren Druckdifferenzen nicht Widerstand zu bieten vermögen. Über 1600°

müssen sie mit Platinblech umgeben werden und sind so bis zur Verdampfungstemperatur des Thalliums (etwa 1670°) brauchbar. Ohne einen solchen Schutz vergrössern sie durch Senkung des Bodens und unteren Theiles der Birne ihr Volumen. So zeigte ein Apparat von $155^{\text{ccm}}.64$ Inhalt nach etwa zweistündigem Erhitzen auf ungefähr 1600° eine Volumenvermehrung auf $158^{\text{ccm}}.3$, und nach nochmaligem Durchglühen auf $161^{\text{ccm}}.06$. Dagegen verändern mit Platinblech geschützte Apparate, wie die früheren Versuche gezeigt haben, ihr Volumen nicht merklich. Seit einiger Zeit werden nun von der Königlichen Porcellanmanufactur Versuche zur Herstellung einer gegen Hitze widerstandsfähigen Masse[1] angestellt; hieraus gefertigte Gefässe werden behufs Verwendung als Pyrometer in der physikalisch-technischen Reichsanstalt untersucht. Mit Erlaubniss des Hrn. Praesidenten der genannten Anstalt, der verstorbenen Excellenz v. Helmholtz, habe ich mir von der Königlichen Porcellanmanufactur Gasdichtebestimmungsgefässe von einer solchen Masse (Nr. 7) herstellen lassen und diese Gefässe eingehend auf ihre Eigenschaften geprüft.

Die mir gelieferten Dichtebestimmungsgefässe besassen die üblichen Dimensionen: Gesammtlänge 66^{cm}. Länge des Stiels 51^{cm}; Länge des Cylindertheils $14^{\text{cm}}.5$. Äusserer Durchmesser des Stils $1^{\text{cm}}.3$, des Cylindertheils $4^{\text{cm}}.6$. Wandstärke des Stiels $0^{\text{cm}}.35$, des Cylindertheils $0^{\text{cm}}.2$. Sie waren aussen glasirt, doch wird, wie ich höre, die Herstellung auch innen glasirter Apparate keine Schwierigkeit bieten und würden solche ihrer bedeutend bequemeren Verwendbarkeit wegen den Vorzug verdienen. Diese Apparate besitzen eine schwach gelbliche Färbung; auf der Aussenseite sind sie ein wenig rauher als die schön glatten bisher benutzten Porcellanapparate. Das Material ist etwa ebenso fest und widerstandsfähig als gewöhnliches Porcellan. Es lässt sich ebenso — wenn auch schwerer als Porcellanthon verarbeiten; dabei zeigt es sich weniger plastisch, vielmehr sandig, trocken und bröcklig. Trotzdem gelang es der Königlichen Porcellanmanufactur, Dichtebestimmungsapparate mit einem etwa 80^{cm} langen Ansatzrohr nach dem Muster der früher von mir benutzten Apparate von Glas[2] von der Masse 7 zu fertigen, Apparate, deren Herstellung als ein Meisterstück der Technik anzusehen ist.

Auch gegen Temperaturwechsel ist die neue Masse nicht empfindlicher als Porcellan. Sie ist ferner nicht so dicht als dieses, wird aber durch öfteren Gebrauch bei hoher Temperatur etwas weniger porös. Dies machte sich beim Ausmessen der Apparate mit Wasser

[1] Die Masse ist in der genannten Fabrik von Hrn. Dr. Hahn zusammengesetzt worden.

[2] H. Biltz, Zeitschr. f. physik. Chem. 2, 922. 1888.

behufs Volumenbestimmung bemerkbar; so zeigte sich, dass von den Apparaten nach der völligen Füllung mit Wasser beim Stehenlassen noch $1^{ccm}.3$ bis $1^{ccm}.4$ Wasser aufgenommen werden. Diese werden hauptsächlich von dem dickwandigen Halstheil absorbirt, während der bei den Versuchen der Gluth ausgesetzte Cylindertheil nur geringe Mengen Wasser aufnimmt. In Folge dessen waren zum Nachfüllen beim Hauptapparat und bei dem dem Halstheil entsprechenden Compensator etwa gleiche Wassermengen nöthig. Bei Verwendung von innen und aussen glasirten Apparaten würde diese Unbequemlichkeit natürlich wegfallen.

Störender ist ein anderer Umstand. Die aus der neuen Masse hergestellten Apparate verringern ihr Volumen bei Weissgluth in beträchtlichem Maasse. Bei jeder weiteren Benutzung nimmt die Verkleinerung des Volumens ab, und erst nach etwa fünf Versuchen, bei deren jedem während etwa $1\frac{1}{2}-2$ Stunden Weissgluth eingewirkt hat, wird das Volumen constant. Folgende Zahlen mögen diess zeigen.

Apparat 1 besass ein Anfangsvolumen von $177^{cc}.26$. Die nach den einzelnen Versuchen gefundenen Volumina sind:

$155^{cc}.75$ $155^{cc}.42$ $155^{cc}.21$.

Apparat 2 besass ein Anfangsvolumen von $182^{cc}.25$. Die nach den einzelnen Versuchen gefundenen Volumina sind:

$172^{cc}.93$ $156^{cc}.84$ $153^{cc}.80$ $153^{cc}.60$ $153^{cc}.21$ $153^{cc}.15$ $153^{cc}.20$.

Die in den Porcellanöfen herrschende Temperatur scheint demnach zum vollständigen Garbrennen dieser Masse nicht hoch genug zu sein, und so schwindet die Masse bei höherer Temperatur noch weiter zusammen. Hieraus erklärt es sich, dass von zahlreichen Messungen der höchsten Temperatur, die ich anstellte, nur wenige vollkommen einwandsfrei sind.

Die Volumenverringerung machte sich natürlich auch äusserlich an den Apparaten bemerkbar: Die Höhe des Cylindertheils nahm um $3-4^{mm}$, der Umfang um $5-7^{mm}$ ab.

Bei den Temperaturmessungen, die nach der früher beschriebenen Methode[1] ausgeführt wurden, wurde zur Berechnung der anfangs im Apparat enthaltenen Luftmenge das Volumen, das der Apparat vor dem Versuch zeigte, verwendet und bei der Berechnung der Temperatur selbst das Endvolumen, das nach dem Versuch erst bestimmt wurde. Da die Ablesungen der Temperaturmessung stets erst am Schluss der Ausglühung vorgenommen wurden, entspricht diess letztere

---

[1] V. MEYER und H. BILTZ, Nachrichten von der Kgl. Ges. d. Wissensch. und der GEORG AUGUST-Universität. Göttingen 1889, 351; Zeitschr. f. physik. Chem. 4, 252, 1889.

Volumen am besten dem, das der Apparat im Moment des Versuchs — unter Berücksichtigung der Correctur für die Wärmeausdehnung — besessen hat. Der Ausdehnungscoëfficient der Masse ist nicht bekannt; ich verwandte bei der Berechnung den des gewöhnlichen Porcellans[1] 0.0000044 (linear).

So störend für Temperaturmessungen die Inconstanz des Volumens ist, die den Werth eines Apparates mit jedem Versuch, der mit ihm ausgeführt ist, steigert, für Gasdichtebestimmungen ist sie ohne Einfluss, weil in der kurzen Zeit des Verdampfens eine bemerkbare Änderung des Volumens nicht anzunehmen ist. Desshalb eignet sich die Masse 7 zur Herstellung von Gefässen für Gasdichtebestimmungen nach dem Gasverdrängungsverfahren ausgezeichnet; sie wird unzweifelhaft in Kurzem für alle bei höchster Temperatur zu benutzenden Apparate das Porcellan verdrängen; vielleicht wird es auch gelingen, durch eine entsprechend gesteigerte Temperatur bei ihrer Herstellung das Schwinden auf ein Minimum herabzudrücken.

Der Hauptvorzug der Masse 7 besteht in ihrer grossen Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperatur. Bei 1700°, d. i. bei einer Temperatur, bei der Platindraht im Ofen zu schmelzen beginnt, erweichen aus ihr gefertigte Apparate so wenig, dass sie auf halben Atmosphaerendruck evacuirt werden können, ohne ihr Volumen im Geringsten zu ändern; erst wenn die Luftverdünnung bis auf 20—30^{mm} Quecksilber gebracht wird, beginnt der Boden ein wenig einzusinken, ohne dass der Apparat jedoch stark deformirt würde. Gewöhnliches Porcellan hält schon bei 1400° dieser Probe nicht mehr Stand.

Hiernach scheint mir die Annahme gerechtfertigt, dass man Apparate aus der Masse 7 noch bei etwa 1800—1900° zu Gasdichtebestimmungen wird gebrauchen können, vorausgesetzt, dass eine Verschiedenheit des Druckes in und ausser dem Apparate bis auf geringe Schwankungen vermieden wird.

Gasdichtebestimmungen bei 1650—1700°.

Mit diesen Hülfsmitteln wurden in der schon früher genau beschriebenen Weise[2] Gasdichtebestimmungen von Elementen nach dem Gasverdrängungsverfahren ausgeführt. Der Porcellanapparat und Compensator wurden je mit einer der von V. Meyer und mir empfohlenen Fallvorrichtung[3] versehen. Von diesen führten zwei $1\frac{1}{2}^{m}$ lange Messing-

[1] L. Holborn und W. Wien. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1892, 296.

[2] V. Meyer und H. Biltz. Nachrichten von der Kgl. Ges. der Wissenschaften. Göttingen. 1889. B. 347. Zeitschr. f. physik. Chem. 2, 188. 1888.

[3] V. Meyer und H. Biltz. Nachrichten von der Kgl. Ges. d. Wissensch. Göttingen. 1888, 24. Zeitschr. f. physik. Chemie 2, 188. 1888.

rohre von $2^{mm}.4$ innerem Durchmesser zu dem mit luftfreiem Wasser gefüllten Gasbüretten, in denen sämtliche Volumenablesungen vorgenommen werden. Diese Einrichtung hat sich auch bei diesen Versuchen vollkommen bewährt, doch wird es mein Bestreben sein, bei künftigen Versuchen statt des Wassers Schwefelsäure als Sperrflüssigkeit zu verwenden, damit eine Wasserdampf abgebende Flüssigkeit innerhalb des abgeschlossenen Raumes vollkommen vermieden werde. Die Apparate enthielten bei den Versuchen reinen Stickstoff, der beim Füllen durch eine Schicht glühenden Kupfers geleitet wurde; daran dass diese blank blieb, wurde die Abwesenheit von Sauerstoff erkannt. Getrocknet wurde er dann mit concentrirter Schwefelsäure und Phosphorsäureanhydrid. In einigen Fällen, in denen diess besonders bemerkt ist, war statt des Stickstoffs Wasserstoff verwandt worden. Temperaturmessungen ergaben dabei stets viel zu niedrige Werthe, vielleicht deswegen, weil Wasserstoff durch glühendes Porcellan ein wenig diffundirt, wie CRAFTS[1] angibt. Es soll späteren Untersuchungen überlassen sein, dies Verhalten des Wasserstoffs näher zu prüfen.

Temperaturmessungen.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	Volumen ausgetreten aus dem Compensator	Anfangstemperatur	Druck	Ablesetemperatur
$147^{cc}.5$	$15^{cc}.5$	$16^{\circ}.2$	756^{mm}	21°
148.8	10.5	19.2	753^{mm}	$21^{\circ}.3$

Bei der erstern der zwei Messungen war das Anfangsvolumen $149^{cc}.4$, das Endvolumen 149.81 [ausnahmsweise grösser], bei der zweiten war das Anfangsvolumen 156.84, das Endvolumen 153.80. Hieraus berechnen sich die Temperaturen **1732°** und **1748°**.

Bei diesen Temperaturen wurden Gasdichtebestimmungen des Arsen, Thallium, Cadmium, Zink ausgeführt.

Arsen.

$0^{g}.0493$	Arsen	gaben	$8^{cc}.1$	bei	$21^{\circ}.8$,	$749^{mm}.0$.	Dichte:	5.30
0.0606	»	»	9.7	»	27.0,	755.5.	»	5.54
0.0364	»	»	5.7	»	18.0,	757.5.	»	5.39

ber. $As_1 = 2.60$
$As_2 = 5.20$

Bei den beiden letzten Versuchen war der Apparat mit Wasserstoffgas gefüllt. Nach den Untersuchungen von V. MEYER und R. DEMUTH[2] war eine weitergehende Dissociation des Arsendampfes zu erwarten,

[1] Fr. CRAFTS. Compt. rend. Acad. franç., **90**, 310. 1880.
[2] V. MEYER und R. DEMUTH, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **23**, 311. 1890.

als bei der gleichen Temperatur in Stickstoff gefunden wird. Diese Erwartung hat sich, wie die gefundenen Zahlen zeigen, nicht erfüllt.

Es ist interessant, dass der bei niederen Temperaturen so bedeutend dissociirende Einfluss von Wasserstoff sich bei hohen Temperaturgraden nicht mehr bemerkbar macht — offenbar weil auch andere Gase unter diesen Verhältnissen stark dissociirend wirken.

Thallium.

0^{g}501 Thallium gaben 2^{cc}9 bei 16°, 758^{mm}5. Dichte: 14.77

ber. Tl_1 = 7.05

Tl_2 = 14.11

Unterhalb 1650° verdampft Thallium nur noch spurenweise, wie folgende Temperaturmessung zeigt, bei der 0^{g}0553 Thallium nur wenige Zehntel Cubikcentimeter Dampf gaben.

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	Volumen ausgetreten aus dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
144^{cc}4	10^{cc}8	20°	754^{mm}7	13°8

Das Anfangsvolumen betrug 153^{cc}39, das Endvolumen 153^{cc}96. Hieraus berechnet sich die Temperatur **1649°**.

Cadmium.

0^{g}0448 Cadmium	gaben 8^{cc}6	bei 15°5,	757^{mm}5.	Dichte:	4.34
0.0480 »	» 9.3	» 18.8,	756.0.	»	4.38

ber. Cd_1 = 3.87.

Der erstere dieser beiden Versuche wurde mit einem wasserstoffgefüllten Apparat ausgeführt.

Zink.

0^{g}0525 Zink gaben 17^{cc}0 bei 20°4, 756^{mm}0. Dichte: 2.64

ber. Zn_1 = 2.25.

Diese Versuche geben eine willkommene Bestätigung früherer Untersuchungen. Bei Arsen waren bei etwa 1700° die Dichtewerthe 5.45 und 5.54 gefunden worden, also dieselben Werthe wie jetzt; die Thalliumdichte war bei etwa gleicher Temperatur zu 14.25 ermittelt worden. Beide Elemente sind wahrscheinlich noch im Stadium der Dissociation; ein sicheres Urtheil über die Moleculargrösse wird sich erst gewinnen lassen, wenn bei einer höheren Temperatur Gasdichtebestimmungen ausgeführt sind. Cadmium und Zink hatten bei 1000–1400° die Dichten Cd: 3.94, Zn: 2.41 und 2.36 gegeben, aus denen auf Einatomigkeit ihrer Molecüle geschlossen wurde. Dieselbe Dichte etwa ergeben meine Bestimmungen bei 1700°, so dass damit die Constanz der Dichte dieser Elemente innerhalb eines grösseren

Temperaturintervalls festgestellt ist. Auffallend sind die nicht ganz unbedeutenden Abweichungen, die die gefundenen Werthe gegen die berechneten zeigen.

Einen Versuch stellte ich mit Indium an, das einer Angabe von Ditte[1] zufolge bei Rothgluth verdampfen soll, eine Angabe, die der nahen Beziehungen des Indiums zu dem bisher nicht zu verdampfenden Aluminium wegen nicht sehr wahrscheinlich war. In der That zeigte sich bei Weissgluth auch nicht die geringste Vergasung.

Auch Zinn, das nach den Angaben von Carnelley und Carleton Williams zwischen 1450–1600° sieden soll, konnte bei höchster Ofentemperatur (1700°) nicht zur Verdampfung gebracht werden. Nach den früheren Untersuchungen von V. Meyer und mir zeigten sich bei 1700° die ersten Anfänge einer Verdampfung.

II. Moleculargrösse der arsenigen Säure.

Die arsenige Säure ist eine der wenigen Verbindungen, welche nicht die ihrer procentischen Zusammensetzung entsprechende einfachste Moleculargrösse besitzt, sondern aus Molecülen der doppelten Grösse besteht. Diess hat zuerst Mitscherlich[2] bei seinen bewundernswerthen densimetrischen Untersuchungen unter Anwendung der Dumas'schen Methode gefunden; er erhielt bei 570° für die Gasdichte der arsenigen Säure den Werth 13.85, während die Formel As_4O_6 eine Dichte von 13.68 erfordert. Zu demselben Resultat führten zwei von V. und C. Meyer[3] nach dem Gasverdrängungsverfahren ausgeführte Bestimmungen, für deren eine eine nach dem damaligen noch wenig vollkommenen Messverfahren bestimmte Temperatur von 1560° angegeben ist, während nach den benutzten Heizquellen die Temperatur unzweifelhaft niedriger gewesen sein muss und etwa 1050–1150° betragen haben wird. Die andere Bestimmung wurde bei geringerer, nicht gemessener Temperatur ausgeführt und gab für die Gasdichte denselben Werth wie die erste, nämlich 13.68. Seit diesen Untersuchungen galt es als festgestellt, dass die Moleculargrösse der arsenigen Säure durch die Formel As_4O_6[4] wiederzugeben sei. Da mir nun eine erheblich höhere Temperatur zu Gebote stand, versuchte ich, ob die Molecüle der arsenigen Säure auch dieser Widerstand leisten würden oder ob vielleicht bei ihr Dissociation einträte. Der Versuch

[1] Ditte, Compt. rend. Acad. franç. 73, 111. 1871.

[2] E. Mitscherlich, Ann. d. Chem. und Pharm. 12, 165, 1834.

[3] V. und C. Meyer, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 12, 1117. 1879.

[4] Alex. Scott (Proc. Roy. Soc. Edinb. 14, 410. 1887) giebt an, dass er weit oberhalb der Schmelzhitze des Gusseisen, also über 1050° nach dem Gasverdrängungsverfahren Dichtebestimmungen ausgeführt habe, die die Formel As_4O_6 bestätigen.

ergab eine weitgehende Spaltung. Das Resultat veranlasste mich, eingehendere Versuche anzustellen. Ich führte bei verschiedenen Temperaturen Dichtebestimmungen aus, um die Dissociation messend zu verfolgen; dabei zeigte sich, dass von den beiden oben erwähnten Bestimmungen, die bei etwa 1100° ausgeführte, ebenso wie der Scott'sche Versuch mit einem Fehler behaftet sein muss, denn schon von 800° erhält man Werthe, die kleiner sind als 13.68. Molecüle der Formel As_4O_6 sind nur unterhalb 800° beständig.

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei Weissgluth.

$0^{g}0946$ Arsenige Säure gaben $11^{cc}0$ bei 19°2, 756^{mm}. Dichte: **7.32.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
$147^{cc}5$	$15^{cc}5$	16°2	756^{mm}	21°

Anfangsvolumen: $149^{cc}4$. Endvolumen: $149^{cc}81$. Temperatur: **1732°.**

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei mässiger Weissgluth.

Durch geringere Gas- und Gebläseluftzufuhr wurde eine mässige Weissgluth hergestellt.

$0^{g}1402$ Arsenige Säure gaben $13^{cc}8$ bei 21°2, $750^{mm}5$. Dichte: **8.80.**
0.0539 » » » 5.3 » 21.0, 747.5. » **8.83.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
$147^{cc}0$	$13^{cc}6$	18°0	$750^{mm}5$	21°

Anfangsvolumen: $153^{cc}6$. Endvolumen: $153^{cc}21$. Temperatur: **1584°.**

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei Gelbgluth.

Durch weitere Verringerung der Gas- und Luftzufuhr war Gelbgluth im Ofen erreicht: die Heizvorrichtung war die gleiche wie bisher.

$0^{g}0830$ Arsenige Säure gaben $7^{cc}5$ bei 19°, 756^{mm}. Dichte: **9.41.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
$149^{cc}6$	$10^{cc}2$	12°6	756^{mm}	18°9

Volumen: $160^{cc}74$. Temperatur: **1450°.**

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei mässiger Gelbgluth.

Auch hier war die grosse Heizvorrichtung ohne Luftvorwärmer thätig. Gas- und Luftzufuhr noch weiter gemässigt.

$0^{g}0947$ Arsenige Säure gaben $6^{cc}4$ bei 17°. 762^{mm}. Dichte: **12.36.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
134.5 cc	8.0 cc	15°	762 mm	17°

Volumen: 152.32 cc. Temperatur: **1256°.**

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei heller Rothgluth.

Hierbei wurde ein kleiner PERROT'scher Ofen ohne Gebläse verwandt.

0.0588 g	Arsenige Säure gaben	3.95 cc	bei 19.0,	752.0 mm.	Dichte:	**12.72.**
0.0590	» » »	4.0	» 20.8,	748.8.	»	**12.77.**
0.0800	» » »	5.4	» 20.8,	748.8.	»	**12.83.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
139.2 cc	9.3 cc	16°	748.8 mm	20.40°

Volumen: 160.74 cc. Temperatur: **1059°.**

Dichtebestimmuug der Arsenigen Säure bei dunkler Rothgluth.

Auch hier wurde der kleine PERROT'sche Ofen mit dem dazugehörigen Brenner bei mässiger Gaszufuhr verwandt.

0.0635 g Arsenige Säure gaben 4.1 cc bei 19.5°, 758.5 mm. Dichte: **13.15.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
130.5 cc	7.8 cc	16.7°	758.5 mm	19.5°

Volumen: 160.81. Temperatur: **851°.**

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei beginnender Rothgluth.

0.0577 g Arsenige Säure gaben 3.6 cc bei 17.6°, 751.4 mm. Dichte: **13.62.**

Temperaturmessung.

Volumen ausgetreten aus dem Hauptapparat	dem Compensator	Anfangs-temperatur	Druck	Ablesetemperatur
127.6 cc	8.7 cc	15°	741.4 mm	17.8°

Volumen: 160.74. Temperatur: **769°.**

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure bei 518°.

Diese Dichtebestimmungen wurden in einem gläsernen Apparat im Dampf siedenden Phosphorpentasulfids ausgeführt. Die Verdampfung

ging langsam von statten, doch noch so, dass eine normale Dichtebestimmung möglich war.

0⁸0828	Arsenige Säure gab	4ᶜᶜ8	bei	7°7, 769ᵐᵐ.	Dichte:	**13.71.**
0.0783	» »	» 4.4	»	7.7, 769.	»	**14.14.**

Versuche, bei noch niedrigerer Temperatur Gasdichtebestimmungen mit Arseniger Säure auszuführen, waren resultatlos; die Vergasung ging unter 500° zu langsam vor sich.

Dichtebestimmung der Arsenigen Säure nach Dumas bei 518°.

Zur Controlle der letzten, bei niedriger Temperatur ausgeführten Dichtemessungen wurde nach dem Dumas'schen Verfahren eine Bestimmung gemacht. Statt das Gewicht der Arsenigen Säure durch Wägung des Kolbens zu bestimmen, titrirte ich mit Jodlösung. In Folge dessen musste eine etwas modificirte Formel zur Berechnung benutzt werden.

Es sei

s die Substanzmenge,
V das Volumen des Ballons,
v das Volumen der Luftblase,
B der Druck beim Versuch,
b der Druck beim Bestimmen von v,
T die Versuchstemperatur,
t die Temperatur bei der Bestimmung von v,
d die Dichte des Wassers bei t.

Dann nimmt die Luftblase bei der Versuchstemperatur den Raum $v_T = \frac{b \cdot v[1 + \alpha(T-t)]}{B}$ ein; das Volumen des Ballons beim Versuch ist $V_T = \frac{V[1+3\beta(T-t)]}{d}$. Die Differenz stellt das Volumen des Dampfes bei der Versuchstemperatur dar. Durch Einsetzen dieses Wertes in die allgemeine Gasdichteformel erhält man für die Gasdichte D

$$D = \frac{589800 \cdot s(1+\alpha T)}{V \cdot B[1+3\beta(T-t)]\frac{1}{d} - bv[1+\alpha(T-t)]}.$$

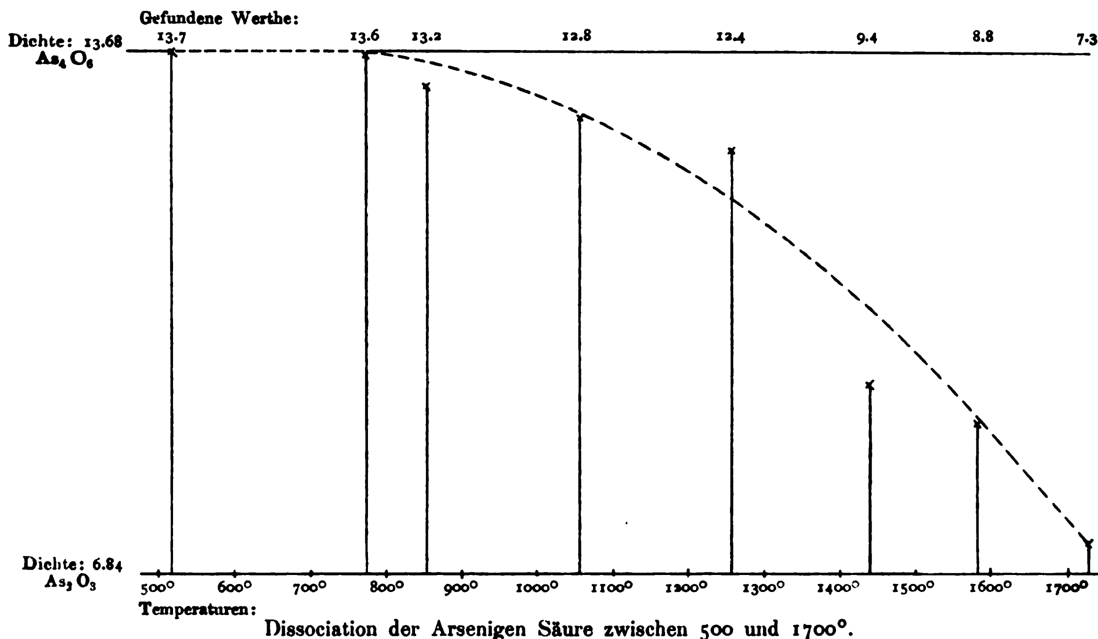
Es war beim Versuch

$s = 1.0520$	$b = 762.0$
$V = 185.5$	$T = 518$
$v = 5.6$	$t = 11°$
$B = 762.0$	$d = 0.99965$

Hieraus berechnet sich für die Dichte der Arsenigen Säure der Werth 13.92, also derselbe Werth, wie ihn das Gasverdrängungsverfahren ergeben hatte.

Die gefundenen Werthe habe ich in ein Coordinatensystem eingetragen und die dadurch festgelegte Dissociationscurve durch eine

punktirte Linie gezeichnet. Dabei legte ich den durch mehrere Versuche genauer festgelegten Werthen bei 1056° und bei 1584° grössere Bedeutung bei. Die Curve zeigt, dass zwischen 500° und 770° die Moleculargrösse der Formel As_4O_6 entspricht. Von 800° tritt Dissociation ein und von etwa 1770° ab werden nur noch Molecüle As_2O_3 bestehen.



Dissociation der Arsenigen Säure zwischen 500 und 1700°.

Noch möchte ich darauf hinweisen, dass diese Werthe, da sie nach dem Gasverdrängungsverfahren erhalten sind, nur die Dissociation darstellen, wie sie unter dem dissociationssteigernden Einfluss gleichzeitig vorhandener Stickstoffmolecüle[1] erscheint. Nach der DUMAS'schen Methode würden unzweifelhaft innerhalb des Dissociationsstadiums niedrigere Werthe gefunden werden. Doch würden der Ausführung der entsprechenden Versuche sehr grosse experimentelle Schwierigkeiten entgegenstehen. Und es würde schliesslich dasselbe Resultat, nämlich dass sich die Molecüle As_4O_6 bei hoher Temperatur spalten, gefunden werden.

Verhalten der Arsenigen Säure in Lösung.

Die Resultate, die die vergaste Arsenige Säure gegeben hatte, machten ihre Untersuchungen in Lösungen sehr erwünscht. Das einzige hierfür geeignete Lösungsmittel, das bisher bekannt ist, ist das

[1] Vergl. H. BILTZ, Zeitschr. f. physik. Chem. 2, 920. 1888. L. F. NILSON und O. PETTERSON, ebenda 4, 206. 1889. H. BILTZ, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 21, 2772. 1888.

Wasser, in dem sich Arsenige Säure aber nicht unverändert auflöst, sondern unter Wasseraufnahme in die Orthoarsenige Säure H_3AsO_3 übergeht. Das hat schon RAOULT[1] kryoskopisch festgestellt. Er fand für die Moleculargrösse die Werthe 117.4 und 132.2, während der berechnete Werth $H_3AsO_3 = 126$ beträgt. Mittelst der Siedemethode konnte ich hierfür eine Bestätigung bringen. Dabei benutzte ich einen BECKMANN'schen Apparat der neueren Form und erhitzte das Siedegefäss durch eine unter ihm festgeklemmte, kleine entleuchtete Flamme eines Bunsenbrenners. Die Substanz wurde in Gestalt von Pastillen, die sich durch starkes Zusammenschlagen krystallisirter Arseniger Säure leicht herstellen lassen, eingebracht; bei den Versuchen mit glasiger Säure liess ich die festen wasserklaren Stücke in den Apparat gleiten.

Ich nahm nämlich zu den Versuchen einmal die krystallisirte und dann die amorphe Modification, weil es früheren Beobachtungen von H. ROSE[2] zufolge nicht ausgeschlossen war, dass beide in wässeriger Lösung verschieden constituirt sind. Nach dieser Untersuchung krystallisirt glasige Arsenige Säure nämlich aus salzsaurer Lösung unter kräftiger Leuchterscheinung, was krystallisirte nicht bewirkt. Die an und für sich sehr unwahrscheinliche Annahme, dass Arsenige Säure in zwei verschiedenen Molecularformen in Lösung existire — unwahrscheinlich, weil beim Auflösen ja auf jeden Fall eine chemische Änderung der Substanz vor sich geht — suchte ich durch Moleculargewichtsbestimmung zu prüfen. Wie erwartet, hat sich aber herausgestellt, dass beide Modificationen in wässeriger Lösung Molecüle der Formel H_3AsO_3 besitzen.

Glasige Arsenige Säure in Wasser. $c = 5.2$.

gr. Substanz	gr. Lösungsmittel	gr. Substanz auf 100g Lösungsmittel	beobachtete Erhöhung	gefundenes Moleculargewicht
0.2736	19.98	1.4	0.070	132
0.3117	22.00	1.5	0.066	144
0.3471	23.42	1.5	0.075	133

Krystallisirte Arsenige Säure in Wasser. $c = 5.2$.

gr. Substanz	gr. Lösungsmittel	gr. Substanz auf 100g Lösungsmittel	beobachtete Erhöhung	gefundenes Moleculargewicht
0.2014	21.29	0.96	0.048	133
0.2040	21.22	0.98	0.054	120
0.4423	21.22	2.1	0.103	136
0.1495	22.49	0.67	0.033	135

[1] F. M. RAOULT, Ann. chem. phys. 6sér. 2, 84; 101. 1884.
[2] H. ROSE, Ann. Phys. Chem. POGG 35, 481. 1835.

Diese Moleculargewichte sind unter der Annahme einer Wasseraufnahme berechnet; ohne diese Annahme würde die Rechnung niedrigere Werthe ergeben, die mit keiner Formel vereinbar sind.

Wichtiger war aber die Untersuchung der Arsenigen Säure in einem Lösungsmittel, das nicht chemisch auf sie einwirkt, und diess fand sich — wenigstens für die krystallisirte Form der Arsenigen Säure — im Nitrobenzol. Nach einigen rohen Versuchen lösten sich 1.5 Theile Arseniger Säure in 100 Theilen siedendem Nitrobenzol auf. Bei schon geringem Abkühlen scheidet sich die gelöste Substanz sofort in sehr kleinen Octaedern wieder aus. Von glasiger Arseniger Säure löst sich keine Spur in Nitrobenzol auf, auch konnte bisher kein geeignetes Lösungsmittel für sie gefunden werden. Die Siedeconstante des Nitrobenzol ist bisher noch nicht bekannt; ich bestimmte sie durch Untersuchung von 11 verschiedenen Substanzen, bei denen sich für verschiedene Concentration ziemlich gleiche Werthe ergaben. Bei dem hohen Siedepunkt des Nitrobenzol (205°) sind Abweichungen bei den verschiedenen Körpern erklärlich, da die Fehlerquellen mit steigender Temperatur zunehmen; immerhin genügt der gefundene Mittelwerth 46.0 den Anforderungen der Praxis. Bei den vortrefflichen Eigenschaften, die das Nitrobenzol als Lösungsmittel besitzt und es für manche Arbeiten geradezu unentbehrlich macht, wird seine Einführung in die Reihe der bei der Siedemethode zu verwendenden Lösungsmittel gelegentlich von Vortheil sein. Nitrobenzol lässt sich im BECKMANN'schen Apparat bequem verwenden, wenn man das Siedegefäss mit einer sehr kleinen entleuchteten Flamme erhitzt. Von der angewandten Menge Lösungsmittel werden $0^{g}2$ abgezogen.

Moleculare Siedepunktserhöhung des Nitrobenzol.

gr. Substanz	gr. Lösungsmittel	gr. Substanz auf 100^{g} Lösungsmittel	beobachtete Erhöhung	gefundene Mol. Siedepunktserhöhung
		1. Diphenylamin $(C_6H_5)_2NH = 169$.		
0.3629	19.29	1.9	0.530	47.1
		2. Alizarin $C_{14}H_8O_4 = 240$.		
0.1966	17.37	1.1	0.232	48.6
0.3068	"	1.8	0.369	49.6
0.5609	"	3.3	0.653	48.0
		3. *m*-Nitroanilin $C_6H_4NH_2 \cdot NO_2 = 138$.		
0.1961	20.93	0.95	0.328	47.8
0.3428	"	1.7	0.578	48.2
0.8102	"	3.9	1.327	46.9

gr. Substanz	gr. Lösungs-mittel	gr. Substanz auf 100g Lösungsmittel	beobachtete Erhöhung	gefundene Mol. Siedepunktserhöhung
		4. Phtalsäureanhydrid $C_6H_4C_2O_3 = 148$.		
0.2749	21.00	1.3	0.368	41.2
0.5616	»	2.7	0.747	41.0
1.0394	»	5.0	1.375	40.7
0.2125	19.47	1.1	0.315	42.3
0.5735	»	3.0	0.839	41.7
0.8975	»	4.7	1.307	41.5
1.2810	»	6.7	1.849	41.2
		5. Tetraphenylaethan $(C_6H_5)_4C_2H_2 = 334$.		
0.2587	18.93	1.4	0.215	52.0
0.2736	19.22	1.5	0.218	50.6
0.4220	»	2.2	0.326	49.1
0.7118	»	3.8	0.566	50.5
		6. Schwefel $S_8 = 256$.		
0.2123	18.57	1.2	0.231	51.2
0.1877	»	2.2	0.440	51.7
0.3169	»	3.9	0.760	49.8
		7. Terephtalsäuremethylester $C_6H_4(COOCH_3)_2 = 194$.		
0.1665	19.61	0.86	0.195	44.1
0.3523	»	1.8	0.415	44.4
0.6980	»	3.6	0.815	44.0
1.0412	»	5.4	1.210	43.8
		8. Acetanilid $C_6H_5NHCOCH_3 = 133$.		
0.1219	20.70	0.59	0.189	42.3
0.3257	»	1.6	0.510	42.7
0.6542	»	3.2	1.012	42.2
0.9542	»	4.7	1.452	41.5
		9. Benzoin $C_6H_5 \cdot CO \cdot CHOH \cdot C_6H_5 = 212$.		
0.1300	22.15	0.59	0.130	46.6
0.3274	»	1.5	0.322	45.8
0.5541	»	2.5	0.558	46.9
0.8478	»	3.9	0.820	45.0
		10. Salol $C_6H_4OH \cdot COOC_6H_5 = 214$.		
0.1518	20.38	0.75	0.151	43.0
0.3643	»	1.8	0.358	42.4
0.5533	»	2.7	0.537	41.9
0.7741	»	3.8	0.751	41.9
		11. Phenanthrenchinon $C_{14}H_8O_2 = 208$.		
0.0843	22.40	0.38	0.095	52.0
0.2938	»	1.3	0.329	51.7
0.5393	»	2.4	0.601	51.5
0.7983	»	3.6	0.879	50.8

Als Mittel ergibt sich für die moleculare Siedepunktserhöhung des Nitrobenzol der Werth **46.0**.

Moleculargrösse der Arsenigen Säure nach der Siedemethode in Nitrobenzol $c = 46.0$.

gr. Substanz	gr. Lösungsmittel	gr. Substanz auf 100g Lösungsmittel	beobachtete Erhöhung	gefundenes Moleculargewicht
0.2800	21.73	1.3	0.134	446
0.4655	»	2.1	0.222	448
0.2150	18.01	1.2	0.145	383
0.1985	20.11	1.0	0.115	399
0.3692	20.99	1.8	0.210	389

ber. $As_4O_6 = 396$.

Die ebullioskopische Methode führt bei der Arsenigen Säure zu demselben Resultat, als es die Gasdichtemethode bei niederen Temperaturen ergeben hatte. Nach wie vor werden wir also die Arsenige Säure als der Formel As_4O_6 entsprechend zusammengesetzt ansehen müssen, mit der Erweiterung, dass diese Molecüle von 800° ab dissociiren.

III. Versuche zur Gasdichtebestimmung der Alkalimetalle und des Magnesium.

Der Gedanke, die Moleculargrösse der Alkalimetalle durch Bestimmung ihrer Gasdichte festzustellen, liegt im Hinblick auf den niedrigen Siedepunkt derselben nahe; und so sind schon von Mitscherlich[1] zahlreiche Versuche ausgeführt worden. Diese Versuche sind wegen der starken Einwirkung, die die Alkalimetalle auf die Gefässwände ausüben, bisher nicht geglückt. Nur Dewar, Dittmar und Scott[2] geben an, mit ihren diessbezüglichen Bestimmungen zum Ziel gekommen zu sein. Wie wenig diese theils mit Eisen-, theils mit Platingefässen angestellten Versuche beweiskräftig sind, hat schon V. Meyer vor 16 Jahren hervorgehoben und festgestellt, dass es unmöglich ist, Kalium und Natrium in Glas-, Platin-, Silber- und Porcellangefässen so zu verdampfen, dass eine Einwirkung des Dampfes auf die Gefässwand ausgeschlossen ist. Dadurch, dass A. Scott[3] neuerdings die Versuche unter den gleichen Bedingungen wiederholt, gewinnen seine Resultate nicht an Beweiskraft.

Untersuchungen über das Verhalten von Legirungen und Amalgamen der Alkalimetalle, die Ramsay, Tammann und Andere ausgeführt haben, machen die Einatomigkeit der Alkalimetallmolecüle sehr wahrscheinlich und lassen die Bestimmung der Gasdichte sehr wünschens-

[1] E. Mitscherlich, Ann. Chem. Pharm. 12, 173. 1834.

[2] J. Dewar und W. Dittmar, Proc. Roy. Soc. London 21, 203. 1873. J. Dewar und A. Scott, Proc. Roy. Soc. London 29, 490. 1879. Chem. News 40, 293. 1879.

[3] A. Scott, Proc. Roy. Soc. Edinb. 14, 410. 1886/1887.

werth erscheinen, die, wie gesagt, bisher daran gescheitert war, dass kein genügend widerstandsfähiges Gefässmaterial verwandt werden konnte. Hierzu schien mir der Kohlenstoff geeignet. Schon V. Meyer hatte den Plan, Gefässe aus Graphit herstellen zu lassen, hat ihn aber wohl aus technischen Gründen wieder fallen gelassen. Graphitgefässe lassen sich nur unter Zusatz von Thon herstellen — und Silicate müssen absolut vermieden werden. Selbst ein oberflächlicher Überzug der Innenwand der Gefässe mit lockerem aschefreien Graphit würde keine genügende Garantie geboten haben; ausserdem müssten die Graphitapparate mit einer undurchlässigen Glasur überzogen werden, um die Diffusion der Gase auszuschliessen, und deren Herstellung ist noch nicht gelungen. Ich stellte desshalb Versuche an, einen Porcellanapparat, der mit seiner äusseren Glasur eine Diffusion der Gase verhindert, innen mit Kohle zu überziehen und in einem solchen Gefäss die Vergasung der Alkalimetalle vorzunehmen. Durch Überziehen der Innenwände mit organischen Substanzen und nachheriges Ausglühen konnte keine zusammenhängende festhaftende Schicht erhalten werden. Bessere Resultate versprach eine andere Methode, die darin besteht, dass kohlenstoffhaltige Gase und Dämpfe durch den rothglühenden Apparat geleitet werden, in dem sie sich unter Absetzen einer Art Retortengraphit zersetzen. Aber auch hier empfahl es sich für das Niederschlagen der Kohleschicht keine glatte Oberfläche, sondern eine rauhe unglasirte Porcellanwand zu wählen. Nachdem diess durch Vorversuche festgestellt und der Nachweis geliefert war, dass beim Durchleiten von Leuchtgas, das mit Benzoldämpfen impraegnirt ist, eine gute Kohleschicht erhalten wird, ging ich dazu über, Dichtebestimmungsapparate zu kohlen. Zu diesem Zwecke hatte die Königliche Porcellanmanufactur Apparate hergestellt, die nur aussen glasirt waren. Schwierigkeiten bereitete es nun, das Leuchtgas in den glühenden Apparat zu bringen. Da Porcellanröhren bei der nöthigen Länge zu zerbrechlich sein würden, Platinröhren unter Bildung von Kohlenstoffplatin brüchig geworden wären, so liess ich mir von dem Deutsch-Österreichischen Mannesmann-Röhrenwalzwerk Stahlröhren von etwa 4^{mm} äusserem Durchmesser herstellen, deren Verwendbarkeit mir bei dem hohen Schmelzpunkt des Stahls nicht unmöglich schien, trotzdem eine öftere Benutzung nicht angängig gewesen wäre, da der Schmelzpunkt des Stahls durch Aufnahme von Kohlenstoff sinken würde. Es zeigte sich aber, dass diese Kohlenstoffaufnahme so schnell vor sich geht, dass binnen $\frac{1}{2}$ Stunde das ganze Rohr, soweit es auf Rothgluth erhitzt war, zusammenschmolz. Mit Nickelröhren konnten keine Versuche angestellt werden, da diese von den nöthigen Dimensionen zur Zeit nicht herstellbar sind. Eine brauchbare Methode,

die Porcellanapparate innen zu kohlen, war schliesslich die folgende. Der rothglühende Apparat (1100—1200°) wurde durch eine Wasserstrahlpumpe evacuirt und dann durch Wechsel eines Hahnes mit der Gasleitung verbunden. Dadurch wurde er mit Leuchtgas gefüllt; nach zwei Minuten wurde wieder evacuirt und mit Einleiten von Gas und Evacuiren mehrere Stunden lang fortgefahren. In dieser Weise gelang es in der That einen festhaftenden dichten Kohleüberzug von ½—1mm Dicke auf der Gefässwand herzustellen, namentlich, wenn das Leuchtgas vor dem Einleiten eine Flasche mit warmem Benzol passirte und Dämpfe davon mitriss. Ein Übelstand dieser Methode ist der, dass die Kohle sich nicht nur auf der Porcellanwand niederschlägt, sondern zum Theil in die Porcellanwand eindringt. Namentlich bei den aus Masse 7 gefertigten Apparaten war diess Durchsetzen der Porcellanmasse mit Kohlenstoff sehr stark und erstreckte sich bis zu der auf der Aussenwand befindlichen Glasur. Dadurch wurden die Apparate sehr brüchig und zersprangen bei den geringsten irgend störenden Temperaturschwankungen beim Anheizen oder Abkühlen der Öfen. Das Eindringen von Kohlenstoff in die Poren des Porcellans erklärt sich dadurch, dass beim Evacuiren auch die in den Poren enthaltenen Gase entfernt werden, und die Poren hernach mit Leuchtgas gefüllt werden, welches bei der Zersetzung Kohlenstoff hinterlässt. Vielleicht verwendet man zur Kohlung besser innen glasirte Porcellanapparate, deren innere Oberfläche durch Anätzen mit Fluorverbindungen rauh gemacht ist, so aber, dass die Glasurschicht erhalten bleibt. Durch Ausspülen der gekohlten, abgekühlten Apparate mit Benzol und Aether werden klebrige Producte entfernt und die durch nochmaliges sorgfältiges Trocknen und Ausglühen gereinigten Gefässe zu den Versuchen verwandt.

Bei diesen waren die Apparate entweder mit Wasserstoff oder mit Stickstoff gefüllt und in üblicher Weise montirt.

Die Substanz, die in kleinen verschlossenen Glasröhrchen abgewogen wurde, wollte ich in Graphiteimerchen in den Apparat werfen, um ein Anschmelzen an den erhitzten Halstheil zu verhindern. Solche Eimerchen waren mir von einem Greifswalder Mechaniker aus bestem Alibertgraphit sauber gedreht worden, zeigten sich aber zu dem gedachten Zweck unbrauchbar, da sie grosse Mengen Gas[1] einschlossen und nach dem Entfernen desselben sofort wieder neues Gas aufnahmen, sobald sie mit Luft in Berührung kamen. Graphiteimerchen, welche in einem Bunsenbrenner zur Rothgluth erhitzt waren, gaben nach

[1] ANSDELL und DEWAR (vergl. COHEN, Meteoritenkunde Heft 1, 176. 1894) fanden einen Gehalt von 7.25 Vol. Gas in 1 Vol. Tolucagraphit, 2.6 in Borrowdale, 53.13 bei einem künstlichen Graphit.

dem Abkühlen bis über 10^{cc} Gas langsam ab. Eimerchen, welche mehrere Stunden lang in einem mit Hülfe des Münkebrenners zur Rothgluth erhitzten Porcellanrohre im Vacuum ausgeglüht waren, gaben beim Einwerfen in den glühenden Dichtebestimmungsapparat $0.2 - 2^{cc}.5$, also wechselnde Mengen, Gas ab.

Desshalb verzichtete ich auf die Verwendung von Eimerchen und liess die abgewogene Substanzmenge direct in den Apparat fallen. In dieser Weise führte ich zahlreiche Dichtebestimmungen in mannigfachen Modificationen mit Kalium und Natrium aus, ohne jedoch zu constanten Werthen zu gelangen. Vielleicht reagiren die Alkalimetalle auf Kohlenstoff — oder in ihm noch enthaltene Gasmengen — vielleicht liegen andere Störungen, die noch nicht erkannt sind, vor. Auf jeden Fall wird unsere Hoffnung, jemals Dichtebestimmungen der genannten Alkalimetalle ausführen zu können, durch diese Versuche auf ein Minimum reducirt.

Ebenso wenig wie vom Kalium und Natrium gelang es, die Gasdichte des Magnesium in einer Wasserstoffatmosphaere mit gekohlten Apparaten zu bestimmen; hier aber bleibt die Möglichkeit noch offen, den Versuch mit Porcellangefässen, welche innen mit einer Platinschicht überzogen sind, auszuführen.

Ich habe diese Methode der Kohlung, trotzdem mit ihr keine positiven Ergebnisse erreicht wurden, beschrieben, weil ich hoffe, dass sie sich gelegentlich bei anderen Versuchen bewähren wird, und die von mir gemachten Erfahrungen dann von Vortheil sein könnten.

Zur Ausführung der pyrochemischen Arbeiten, die im August und September 1894 vorgenommen wurden, hat mir Hr. Geh. Rath Prof. V. Meyer in Heidelberg die Hülfsmittel des chemischen Universitätslaboratoriums daselbst zur Verfügung gestellt; die ebullioskopische Untersuchung wurde im chemischen Institut der Universität Greifswald ausgeführt. Den Directoren beider Institute, V. Meyer, Limpricht und Schwanert möchte ich für die Unterstützung, die sie mir bei meinen Arbeiten zu Theil werden liessen, meinen besten Dank aussprechen. Dankend muss ich die Königliche Porcellanmanufactur in Berlin erwähnen, deren Director, Hr. Dr. Heinecke und Chemiker Dr. Pukall mir durch ihre Bemühungen um die nöthigen Gefässe die wichtigste Hülfe geleistet haben. Bei den Heidelberger Versuchen ist mir Hr. stud. phil. G. Preuner ein eifriger und lieber Mitarbeiter gewesen.

Der Universaldrehapparat, ein Instrument zur Erleichterung und Vereinfachung krystallographisch-optischer Untersuchungen.

Von C. Klein.

(Vorgetragen am 29. November 1894 [St. XLVIII, S. 1185].)

1. Einleitung.

Die Methode der Einhüllung von Krystallen in Medien von einer Brechbarkeit, die gleich der mittleren des zu untersuchenden Körpers ist, hat sich für das Studium der optischen Eigenschaften der krystallisirten Substanzen von grosser Fruchtbarkeit erwiesen.

Zuerst angegeben von Biot[1] hatte sie im Anfang wenig Beachtung gefunden und war mit wenig Ausnahmen[2] und zerstreuten Hinweisen fast vollständig wieder in Vergessenheit gerathen, bis sie in der neueren Zeit wieder mehr in den Vordergrund getreten ist.

In einigen Arbeiten[3] habe ich namentlich auf ihre Wichtigkeit aufmerksam gemacht und auch schon Vorschläge mitgetheilt, ein vervollkommnetes Instrument zu construiren, was unter Anwendung der Methode der Einhüllung möglichst viel zu leisten im Stande sei.[4] Ich trete diesen Vorschlägen nunmehr näher und berichte über die Ausführung derselben.

Das von mir in dem Sitzungsberichte vom 30. April 1891 vorgeschlagene und von Hrn. R. Fuess ausgeführte kleine Instrument, der Drehapparat, war noch, wie ich selbst, a. a. O. S. 437, andeutete, mit mehreren Mängeln behaftet, namentlich fehlte, wie auch dortselbst angegeben, noch eine Drehbewegung, um damit drei verschiedene, von einander unabhängige, zu einander senkrechte Bewegungen zu

[1] Biot. Mémoire sur la polarisation lamellaire. 1841. p. 586 und 683.

[2] F. Fouqué. Contributions à l'étude des feldspaths des roches volcaniques. Bulletin de la Soc. franç. de Minéralogie. 1894. T. XVII. p. 305.

[3] C. Klein. Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften. 1890. S. 347. 1890. S. 703. 1891. S. 435.

[4] C. Klein a. a. O. 1891. S. 443.

besitzen. Das vervollkommnete Instrument sollte auch diese letztere Bewegung erhalten.

Fast gleichzeitig mit mir, am 13. Mai 1891, und jedenfalls von mir vollständig unabhängig, hat nun Hr. E. von Fedorow die Construction eines Universalinstrumentes veröffentlicht, dem er den Namen des Universaltischchens für das Mikroskop gegeben hat.[1]

Die Theorie dieses Instruments und die vielfachen Anwendungen desselben, wesentlich bei Bestimmungen im parallelen, polarisirten Licht in Frage kommend, hat er eingehend in seiner Arbeit von 1893 behandelt.

A. Michel Lévy hat darauf folgend fernere wichtige Untersuchungen mit dem Instrumente angestellt und in Aussicht genommen.[2]

Das von mir ersonnene Instrument, was Hr. R. Fuess ausgeführt hat und bei dessen Entwurf und Herstellung ein Angestellter der Firma Fuess, Hr. C. Leiss, sehr wesentlich dazu beigetragen hat, die Übertragung meiner Ideen in die Wirklichkeit prompt zu bewirken, arbeitet sowohl im parallelen, als auch im convergenten polarisirten Lichte und es lassen sich mit demselben in der Hauptsache die nachfolgenden drei Aufgaben lösen:

1. Den Axenwinkel und zwar den wahren inneren Axenwinkel an einem ganzen Krystalle direct zu messen.

2. Die Auslöschungsschiefen auf sämmtlichen Flächen einer Zone eines Krystalls zu gegebenen krystallographischen Elementen zu bestimmen.

3. Die Orientirung der optischen Hauptschnitte in einem zweiaxigen Krystalle zu finden, die Axenebene aufzusuchen, ihre Lage zu fixiren und den wahren inneren Axenwinkel zu messen.

2. Beschreibung des Instrumentes.

Zur vollständigen Ausrüstung gehören zwei Theile: ein Mikroskop besonderer Art und der Drehapparat neuester Construction. Einzelne der Aufgaben kann man auch mit anderen Instrumenten lösen, oder den Drehapparat an vorhandenen Mikroskopen anbringen. Alle Aufgaben zusammen lassen sich in vollkommenster Weise nur mit den beiden neuen Instrumenten behandeln.

[1] E. von Fedorow. Universal- (Theodolith-) Methode in der Mineralogie und Petrographie. II. Theil. Krystalloptische Untersuchungen. Zeitschr. f. Kryst. und Mineralogie. 1893. Bd. XXII. S. 229 u. f.

[2] A. Michel-Lévy. Etude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches. Paris 1894.

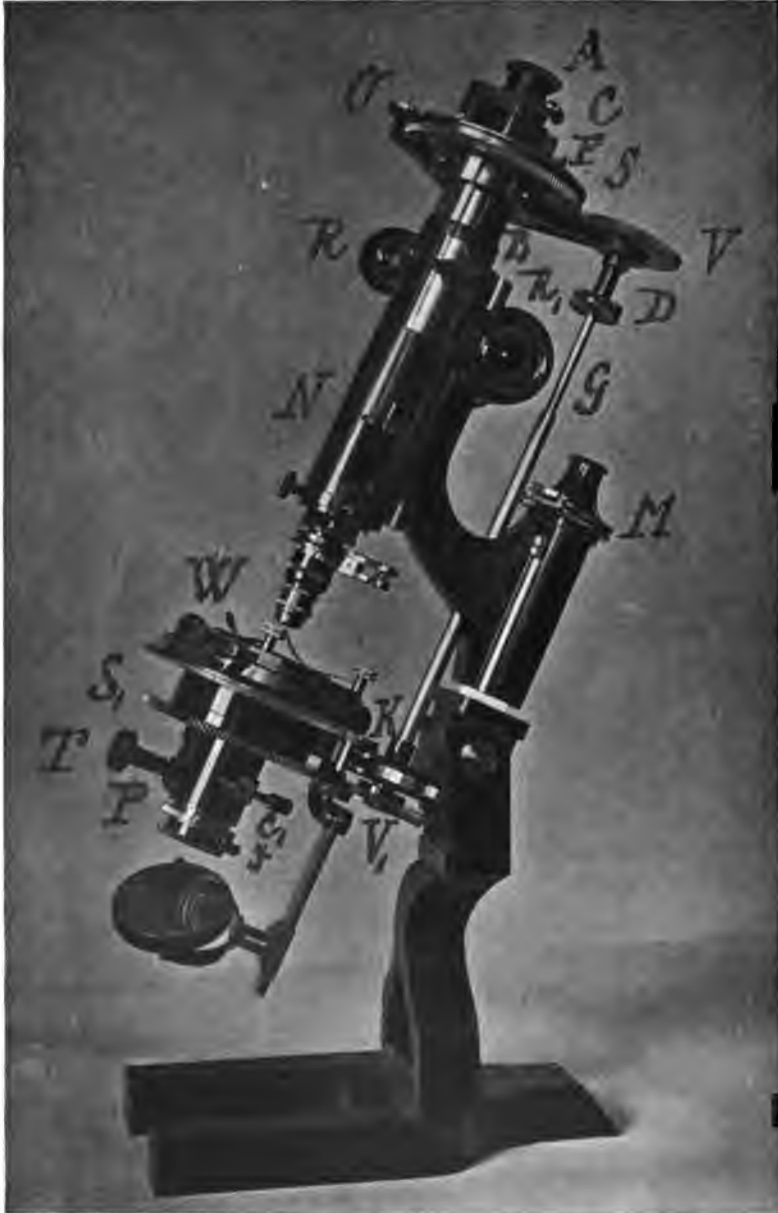
a. Das Mikroskop.

Dasselbe ist ungefähr dem grössten Modell, was Hr. Fuess seither gefertigt hat, gleich. Eine Beschreibung seiner Einzeltheile ist daher, was die bekannten anlangt, unnöthig. Als neue Anforderungen habe ich verlangt:

1. Die gleichzeitige Drehbarkeit der Nicols nach Art mancher englischen Mikroskope.

2. Die Fähigkeit Analysator (Aufsatznicol) und Polarisator, wenn sie aus der richtigen Lage gekommen sind, was durch Zusammenziehen ihrer Korkfassungen bisweilen geschieht, corrigiren zu können.

Fig. 1.



In der Construction ist dies, wie folgt, erfüllt.

In Fig. 1 sind der Analysator A und der Polarisator P mit den eingekerbten Scheiben S und S_1 jeweils fest verbunden oder können (Analysator A) damit fest verbunden werden; in diese Scheiben greifen die eingekerbten Scheiben V und V_1 ein und bewirken, durch das Gestänge G vermittelt (Angriffsscheibe D), die Bewegung. Es ist nicht nur dafür Sorge getragen, dass dies Gestänge der Verlängerung oder Verkürzung des Tubus und seiner Bewegung durch die Schrauben R, R_1 und die Mikrometerschraube M folge, sondern auch, dass die Bewegungen vermittelst der Drehscheiben ohne todten Gang laufen. Letztere Einrichtung, wie auch die mechanische Construction der Drehvorrichtung sind von Hrn. Fuess neu angegeben, bez. verbessert; er wird sie selbst an geeignetem Orte beschreiben.

Was die Correctionsvorrichtungen für die Nicols A und P anlangt, so liegen sie bei C und C_1 und kommen darauf hinaus durch ein Federwerk eine Hülse, in der das betreffende Nicol sitzt, in einer anderen Hülse um einen kleinen Winkel nach rechts oder links drehen zu können.

Sonstige Theile des Instruments sind: der Trieb zum Heben und Senken des Polarisators bei T, die Stellung für die Irisblende bei J, die Feststellvorrichtung des drehbaren Tisches bei K, dagegen ist die Feststellungsvorrichtung der Scheibe S_1 und damit auch von S in der Figur verdeckt. Das in den Tubus einzuschaltende Nicol befindet sich bei N, die Bertrand'sche Linseneinführung bei B, die Feststellschraube des Analysators bei F, der Nonius für die Theilung auf S bei O (man kann von 5 zu 5 Minuten ablesen) und schliesslich der drehbare Mikroskoptisch, dessen Bewegung man von Minute zu Minute ablesen kann und der auf sich zwei Kreuzschlitten, einen mit schnellerer, einen mit feinerer und langsamerer Bewegung trägt, bei W.

Zur Feststellung der Normalrichtung wird der Tubus zum Fuss des Instrumentes unter 90° und letzterer möglichst horizontal gestellt. Alsdann wird vor dem Objectiv ein Loth aufgehängt und der Nullpunkt des Nonius so fixirt, dass die ihrerseits zu richtenden Verticalfäden sämmtlicher Oculare das Loth decken, wenn 0° der Theilung auf S mit 0° des Nonius O coincidirt.

Die fernere Justirung geschieht wie bei den anderen Mikroskopen, vollzieht sich mit Hülfe der Nebentheile und erstreckt sich rückwärts ebenfalls auf dieselben, die hier möglichst vollständig vorhanden sind.

b. Der Drehapparat.

Da ein horizontal gestellter Drehapparat mit verticaler Durchsicht sich schwer vervollkommnen und sein Flüssigkeitsgefäss sich auch nicht leicht dicht machen lässt, so wurde nach mehreren ver-

geblichen Versuchen davon Abstand genommen, ein solches zu construiren und die Stellung des Drehapparates vertical, die Durchsicht horizontal, also bei umgelegtem Mikroskop zu gebrauchen, gewählt.

Die Grundplatte *G* des Drehapparats, Fig. 2, wird auf dem nun vertical stehenden Tisch *W* des Mikroskops, Fig. 1, vermittelst Klemmen befestigt. Der Tisch *W*, Fig. 1, ist vorher so gestellt worden, dass sein einer Schlitten genau von links nach rechts geht und beide Schlitten gleiche Ausschläge haben. Senkrecht zur Grundplatte *G* geht ein Träger *T* ab, in dem der Kreis *K* sich bewegt. Letzterer besitzt bei *N* einen Nonius (Ablesung von 5 zu 5 Minuten) und kann durch das Federwerk bei *S* geklemmt werden. In der Mitte oben ist der Kreis aufgeschnitten und innerhalb desselben bewegt sich gleitend eine Scheibe, durch die der Stift *P* geht, an dem die unterhalb *K* befindlichen Justirvorrichtungen hängen und der in der Verticalen auf- und abgestellt und durch die Schraube *V* fixirt werden kann.

Fig. 2.



Die Justirvorrichtung besteht aus zwei senkrecht zu einander wirkenden Viertelkreisringen *L* und L_1, von denen *L* fest steht, während L_1 auf ihm in der Bahn *B* beweglich ist. Diese Bewegung geht gut, aber etwas schwerer als die des Krystallträgers auf L_1, in der Bahn B_1. Beide Bewegungen lassen 5 Minuten ablesen und geben vom äusser-

sten Anfang bis zum Ende 90°. Die Bewegungen selbst werden durch Anfassen an die bei den Nonien herausstehenden Schraubenköpfe *W* vermittelt. Die unterste Schraube *R* klemmt den Krystallträger *F*, der seinerseits hohl und äusserlich stark vergoldet ist. Er schiebt sich federnd auf einen (in der Figur nicht sichtbaren) Stahlstift auf. An den unten mit kleinen Spitzen versehenen Krystallträger wird der Krystall angeklebt. — Nach vielen Versuchen hat es sich am zweckmässigsten erwiesen, zum Ankleben Wachs zu verwenden, welches mit Kienruss gut durchgeknetet war, zu jedem Neuankleben aber neues Wachs zu gebrauchen.

Wie man sieht, entspricht der vorstehend beschriebene Apparat im Wesentlichen einer Art Axenwinkelapparat und zwar besonders in dessen Centrir- und Justirvorrichtung.

Der Apparat ist aber hier dem Mikroskop angepasst und in seiner Justirbewegung besonders ausgiebig.

Die Flüssigkeitsgefässe sind entweder ganz aus Glas oder theilweise aus Metall. Auf die feste Kittung der die Durchsicht gewährenden Glasscheiben ist besonders zu achten. Die Gefässe werden an einem Ständer mit beweglichem Arm zur linken Seite des Mikroskops angebracht und können mit Hülfe einer Gauss'schen Spiegelvorrichtung, die auf das Ocular gesetzt wird und eines Fadenkreuzobjectivs, wenn erforderlich, normal zur Sehaxe des Instrumentes gestellt werden.

Es sind der verschieden gearteten, brechenden Medien wegen am besten mehrere auswechselbare Gefässe vorhanden.

Will man die Vortheile der Adams'schen Methode[1] mit der hier angegebenen verbinden, so kann ein Flüssigkeitsgefäss am Krystallträger angebracht werden, was oben einen Cylinderstiel und unten die Form einer Kugel hat. Dieselbe wird mit der passenden Flüssigkeit gefüllt.

Was die zur Verwendung kommenden Flüssigkeiten anlangt, so bietet die Übersicht bei Pulfrich[2] eine grosse Auswahl dar. Es ist indessen zu bemerken, dass es mir nicht gelungen ist, die Lösung von Quecksilberjodid in Anilin und Chinolin vom Brechungsexponenten 2.2 darzustellen[3] und dass das durch die Gefälligkeit meines verehrten Collegen, Hrn. Prof. Emil Fischer, dargestellte Phenylsulfid, nicht $n = 1.95$, sondern nur $= 1.56$ hatte. Auch mein verehrter College,

---

[1] W. G. Adams. A new Polariscope. The London Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science. 1875. Vol. L. 4 Ser. p. 13 u. f. F. Becke. Ein neuer Polarisationsapparat von E. Schneider in Wien. Min. u. petr. Mitth. von G. Tschermak. 1880. N. Folge. Bd. II. S. 430 u. f.

[2] C. Pulfrich. Das Totalreflectometer. 1890. S. 64.

[3] Hr. Pulfrich, dem ich deswegen schrieb, theilte mir mit, dass ihm die Herstellung dieser Lösung, deren Angabe er einem ausländischen Fachmanne verdanke, auch nicht gelungen sei.

Hr. Prof. LANDOLT, fand bei einer anderen Darstellung nur wenig über 1.6. Man ist also, wenn man von den giftigen und entzündlichen Flüssigkeiten absieht, im Wesentlichen auf die Öle, die THOULET'sche Lösung, das Monobromnaphtalin und das Methylenjodid angewiesen. Das Auflösen von Jod in letzterem liefert bald eine nicht mehr genügend durchsichtige Flüssigkeit.

3. Die Untersuchungsmethoden.

Die erste Aufgabe ist:

Den Axenwinkel und zwar, wenn erwünscht, den wahren inneren Axenwinkel eines Krystalls direct zu messen.

Hierzu verwendet man das auf Axenaustritt umgewandelte Mikroskop in horizontaler Stellung und bringt den Drehapparat an seinem Tische an.

Für gewisse Untersuchungen reicht zu den hier anzustellenden Ermittelungen auch der Fuess'sche Axenwinkelapparat einfacherer und verbesserter Art aus.

Das mit dem Drehapparat versehene, horizontal gestellte Mikroskop erhält über dem Polarisator P eine besondere Condensorvorrichtung aufgeschraubt und als Objectiv wird ein besonders construirtes System angesetzt, das bei der grossen Distanz vom Object ein nach Möglichkeit grosses Gesichtsfeld gewährt. Diese Vorrichtung wurde im Gegensatz zu den Bestrebungen beim früheren Drehapparat deshalb gewählt, weil es doch die Hauptaufgabe sein muss, den wahren inneren Axenwinkel zu messen und es hierbei, wo die Axen in das Centrum geführt werden, nicht in erster Linie auf die Grösse des Gesichtsfelds ankommt. — Bei der horizontalen Stellung des Drehapparats konnte man zunächst den scheinbaren Winkel der Axen übersehen, indem dieselben zum Austritt gebracht wurden und dann von der Flüssigkeit in Luft übergingen. Die Messung des wahren Axenwinkels hätte ein Medium von dem Brechungsverhältniss β des Krystalls und ein successives Hereinführen der Axen in den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes erfordert. Zur Erfüllung des ersteren Zweckes konnte man nahe an den Krystall herangehen, deshalb hatte hier ein System mit grosser Übersicht Sinn; zur eigentlichen Messung von $2V$ hätte auch dort ein System mit kleinerer Übersicht genügt. — Will man auch hier eine grössere Übersicht nehmen, so empfiehlt es sich, das oben beschriebene kugelförmige Flüssigkeitsgefäss anzuwenden und so gewissermaassen die Vortheile der ADAMS'schen Disposition mit der Einhüllungsmethode zu verbinden. Zu dem Ende fülle man eine

grade passende Flüssigkeit in die Glaskugel ein (dieselbe wird mit Stiel und Verschluss an dem Justirbogen L_1 befestigt) und arbeite dann in diesem für den besonderen Fall passenden Medium.

Da man nun Mittel genug hat, den scheinbaren Axenwinkel in Luft und in einem anderen Medium zu messen, so wenden wir unser Augenmerk unserer eigentlichen Aufgabe zu.

Es sind schon früher mehrfach Versuche gemacht worden, den wahren inneren Axenwinkel zu messen.[1]

Des-Cloizeaux empfiehlt 1858,[2] wenn die Ebene der Axen bekannt ist, einen Cylinderschliff, so dass die Axenebene der Cylinderbasis parallel geht, oder es sollen zu den Axen normal Flächen angeschliffen werden. In beiden Fällen wird man, da senkrechte Incidenz stattfindet, wenn die Axen in den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes nach einander geführt werden, den wahren Winkel derselben messen können.

In neuerer Zeit hat A. Mülheims[3] gezeigt, wie man durch die passende Beobachtung der Schnitte der Grenzcurven nach der Methode der Totalreflexion ebenfalls den Axenwinkel messen könne.

Wenn man die altbekannten Methoden betrachtet, die weitaus die häufigste Verwendung gefunden haben und auf Grund deren durch Messung und Rechnung[4] die Resultate gewonnen werden, so lauten die bei ihrer Anwendung zu benutzenden Formeln in der von Des-Cloizeaux überkommenen Weise:[5]

---

[1] Anm. während des Drucks. Nach Abschluss vorliegender Arbeit werde ich von befreundeter Seite darauf aufmerksam gemacht, dass sich auch über die Messung des wahren Axenwinkels in Flüssigkeiten in der Litteratur schon ein Hinweis findet. Derselbe kommt in Frage bei der Untersuchung von Platten, senkrecht zur Mittellinie geschliffen und lautet:

»Wäre der Brechungsquotient der Flüssigkeit dem des Krystalls in der Richtung der optischen Axen ganz gleich, so würde der gemessene Winkel ohne Weiteres dem wahren Winkel der optischen Axen gleich sein.«

So viel mir bekannt, ist von dem hier angedeuteten Verfahren, dem die Priorität gebührt, bisher wenig oder keine Anwendung gemacht worden. Dasselbe ist angegeben im Lehrbuch der Physik und Meteorologie von Joh. Müller, 8. Aufl. von L. Pfaundler 1879. B. II. S. 587.

[2] A. Des-Cloizeaux. Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces cristallisées. 2me Mémoire, Annales des Mines. T. XIV. 1858. p. 48 und 49. p. 52.

[3] A. Mülheims. Über eine neue Art der Axenwinkelmessung und über Bestimmung von Brechungsexponenten nach der Methode der Totalreflexion. Zeitschr. f. Krystallographie. 1888. B. XIV. S. 202 u. f.

[4] Wegen anderer, nur mit Hülfe eines grösseren Apparates an Rechnung durchzuführenden Methoden, vergl. A. Beer. Pogg. Annalen. 1854. Bd. 91. S. 249. Th. Liebisch. Zeitschr. f. Kryst. 1883. Bd. VII. S. 433. N. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1886. Bd. I. S. 155.

[5] A. Des-Cloizeaux. Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant, 1864. p. 18 u. andere Schriften desselben Verfassers.

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a, \quad \sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o, \quad \operatorname{tg} V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o},$$

fernerhin:[1]

$$\operatorname{tg} V = \frac{\gamma}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 - \beta^2}{\beta^2 - \gamma^2}} \text{ mit } \alpha > \beta > \gamma.$$

Von diesen Methoden ist die letztere lange nicht so oft zur Anwendung gekommen, als die ersteren. Die Gründe hierfür sind bekannt; die Formel erfordert die Kenntniss der drei Brechungsexponenten des Krystalls und eine sehr genaue Kenntniss derselben, die oftmals schwer zu erlangen ist.

Bei sehr vielen Substanzen hat man zur Auswerthung der erst genannten Formeln ein stärker als Luft brechendes, aber in seinem Brechungsverhältniss unter β des Krystalls stehendes Medium, gewöhnlich Mandelöl, gewählt.

Eine Folge davon ist, dass die Winkel $2H_a$ und $2H_o$ in ihrer Summe grösser als 180° werden.

So zeigt, um aus der grossen Reihe der Körper nur die Untersuchung eines nach der betreffenden Methode zu wählen, z. B. der Epidot vom Sulzbachthal nach meinen Untersuchungen[2] und für Na-Licht in Mandelöl:

$$2H_a = 91°20', 2H_o = 145°38',$$

daraus folgt: $2V_a = 73°39'$,

also $2V_o = 106°21'$.

Seltener wurde das Medium so ausgewählt, dass sein Brechungsexponent über dem mittleren β des Krystalls stand; die Winkelsumme $2H_a + 2H_o$ bleibt dann unter 180°.

Nach den sehr sorgfältigen Untersuchungen des Hrn. KONSTANTIN THADDEEFF[3] hat man bei dem Topas von Adun-Tschalon (Ost-Sibirien) für Na-Licht in Methylenjodid:

$$2H_a = 59°40'20'', 2H_o = 103°35',$$

daraus folgt: $2V_a = 64°41'$,

also $2V_o = 115°19'$.

Abgesehen davon gibt es in der Litteratur auch Angaben, denen zu Folge ein Krystall in einem Medium untersucht worden war, das genau oder fast genau sein Brechungsverhältniss β besessen haben musste. Die Winkelsumme $2H_a + 2H_o$ war dann 180° selbst oder wenig davon abweichend. — Es hat jedoch dieses auffallende Verhältniss zu keiner besonderen Bemerkung Veranlassung gegeben.

---

[1] A. DES-CLOIZEAUX. Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. 1867. p. 533.

[2] C. KLEIN. Min. Mittheilungen IV. N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1874. S. 16 und 17.

[3] Mitth. aus d. mineralog. Institut d. Königl. techn. Hochschule in Aachen. Zeitschr. f. Krystall. 1894. Bd. XXIII. S. 539.

So ist z. B. nach G. TSCHERMAK[1] bei dem Borax für Natriumlicht in Öl:

$$2H_a = 39°12', 2H_o = 140°56',$$

daraus $2V_a = 39°10'$,

also $2V_o = 140°50'$.

Der aus den gemessenen Brechungsexponenten berechnete Werth ist

$$2V_a = 39°36'.$$

Aus $2E = 59°23'$

und $\beta = 1.4686$

folgt endlich $2V_a = 39°23'$.

Ähnlich verhält es sich mit der Übereinstimmung für die anderen Farben.

Überblickt man auf solche besonderen Fälle hin die neuere Litteratur, z. B. die zusammenfassende Darstellung von E. S. DANA, Descriptive Mineralogy 1892, so findet man noch andere diesbezügliche Beispiele, wie u. A. beim Herderit, Colemannit u. s. w.

Man sieht also aus diesen Angaben, dass in den Relationen:

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a \quad \text{und} \quad \sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o,$$

die beide von derselben Art sind, da sie unter 90° grosse Winkel ergeben, nur

$$n \cdot \sin H_a$$

und

$$n \cdot \sin H_o$$

in ihren einzelnen Factoren schwanken, da β, $\sin V_a$ und $\sin V_o$ constante Werthe darstellen.

Ist nun die Summe der Winkel $2H_a$ und $2H_o > 180°$, so muss, um sie auf 180° zu bringen, der Factor n in:

$$n \cdot \sin H_a$$

oder

$$n \cdot \sin H_o$$

vergrössert, d. h. die Brechbarkeit des Mediums verstärkt werden.

Ist die Summe der Winkel $2H_a$ und $2H_o = 180°$, so hat n den Werth β und es folgt:

$$\sin V_a = \sin H_a.$$

Ist die Summe der Winkel $2H_a$ und $2H_o < 180°$, so muss, um sie auf 180° zu bringen, der Factor n in:

$$n \cdot \sin H_a$$

oder

$$n \cdot \sin H_o$$

---

[1] G. TSCHERMAK. Optische Untersuchung der Boraxkrystalle. Sitzungsber. der Wiener Akademie. 1868. Bd. LVII. 2. Abth. S. 641.

verkleinert werden, d. h. die Brechbarkeit des Mediums ist zu vermindern.

Hieraus ergeben sich die praktischen Regeln, wie zu verfahren ist, wenn das Brechungsverhältniss der Flüssigkeit dem mittleren Brechungsexponenten β des Krystalls nicht entspricht.

Es sind aber in dieser Hinsicht noch fernere Überlegungen zu machen:

Zur genauen Herstellung von $n = \beta$ muss:

1. Der Krystall in der Flüssigkeit, zumal in der durch die Axenebene vorgezeichneten Richtung, möglichst verschwinden. Dies Kennzeichen ist in Strenge nur bei ungefärbten Körpern anwendbar. Gefärbte werden, da ihre Colorirung nicht selten auf dem Vorhandensein von Stoffen abweichender Brechbarkeit beruht, aus Gründen des Gefärbtseins und der veränderten Brechbarkeit der färbenden Substanz dies nicht zeigen. — Sehr ausgezeichnet sieht man den schönen Effect des völligen Verschwindens in der Lösung beim Kalkspath, wenn er mit Monobromnaphtalin übergossen und in der Richtung der Axe c besehen wird.

2. Muss der Winkel $2H_a$ mit dem Winkel $2H_o$ zusammen $180°$ bilden, und zwar ist es erforderlich, dass, wenn man von dem einen Axenpunkt zum anderen im spitzen Winkel gegangen ist, dieser Axenpunkt durch austretende umgebende Curven über den ganzen Weg bis zum anderen Axenpunkt hin sich richtig als der Anfangspunkt, der nach ihm kommende als der Endpunkt der Erscheinung um die zweite Mittellinie erweise. — Hierauf ist besonders zu achten.

3. An Stelle der Hyperbelerscheinung an den Axenpunkten wird man, wenn $n \doteq \beta$ ist, eine nahezu gerade Form ersterer sehen. Für unsere gewöhnliche Wahrnehmung besitzen wir um die erste Mittellinie an den Axenpunkten zwei Hyperbeläste, die ihre convexe Seite nach dem Centrum zu kehren, für die zweite Mittellinie findet das Umgekehrte statt.

Ist nun $\beta = n$, so wird der Krystall in der Flüssigkeit möglichst verschwunden sein und jedenfalls werden seine Kanten und Ecken verschwimmen.

Es ist, als ob in jedem Momente und bei jeder Stellung eine ebene Fläche am Krystall angeschliffen wäre und seine natürlichen Flächen kommen nicht mehr oder nur dann in Betracht, wenn sie mit jenen, gewissermaassen durch die Flüssigkeit erzeugten, zusammenfallen.

Ihr früher unter Umständen schädlicher Einfluss[1] ist aufgehoben.

---

[1] Bekanntlich erhält man, wenn die Platte schief gegen die Mittellinie geschliffen ist, nach der gewöhnlich angewandten Methode, nicht den richtigen Werth des Axenwinkels. Wie dem begegnet werden kann, haben G. Kirchhoff 1859, Pogg. Annalen

Zur gleichmässigen Beobachtung empfiehlt es sich besonders, Krystalle oder Stücke zu nehmen, die nicht zu dick und nach zwei auf einander senkrechten Richtungen in der Axenebene gleich dick sind, auch wohl annähernd cylindrische Form haben.

Da der Apparat für die Messung des wahren, inneren Axenwinkels zu handhaben ist, wie der Axenwinkelapparat, so ist eine nähere Beschreibung überflüssig. Ich lasse nur hier unten einige Messungen folgen:

1. Anorthit vom Vesuv in passend verdünnter THOULET'scher Lösung.

$$2V_a = 77°, \quad 2V_o = 103° \text{ für Na-Licht.}$$

2. Olivin von Resina bei Neapel in Monobromnaphtalin mit sehr wenig Methylenjodid.

$$2V_a = 89°, \quad 2V_o = 91° \text{ für Na-Licht.}$$

3. Epidot vom Sulzbachthal in Tyrol in Methylenjodid mit einer kleinen Menge Jod.

$$2V_a = 73° 40'; \quad 2V_o = 106° 20' \text{ für Na-Licht.}$$

Für Nr. 1 gibt F. FOUQUÉ[1] einen Winkel $2V_a = 77° 18'$ an.

Für Nr. 2 ist der Winkel nach A. DES-CLOIZEAUX[2] $2V_a = 88° 54'$ für Na-Licht.

Für Nr. 3 habe ich[3] $2V_a = 73° 39'$ berechnet.

Wenn nun auch einerseits nicht geleugnet werden soll, dass die althergebrachte Methode, Platten zu schleifen, es ermöglicht zum Theil reinere Stellen der Krystalle zu betrachten und daher unter Umständen einer grösseren Genauigkeit, in Sonderheit so lange wir nicht ungefährliche, leicht zu behandelnde Flüssigkeiten von sehr hohem Brechungsverhältniss haben, auch einer weitergehenden Anwendung fähig ist, so ist doch andererseits nicht zu verkennen, dass die hier angewandte Methode in vielen Fällen viel rascher und bequemer arbeiten lässt, das Material conservirt und in den Fällen des monoklinen und triklinen Systems noch zur Anwendung kommen kann, wenn die andere versagt. — Die neue Methode wird sich also der alten würdig zur Seite stellen.

Bd. 108 S. 571 und B. HECHT 1887, N. Jahrbuch f. Min. Bd. I S. 250 gezeigt und TH. LIEBISCH nimmt hierauf in seiner phys. Krystallographie 1891 S. 493—495 Bezug. Auf S. 495 sagt er, »dass es für die Bestimmung des Winkels der optischen Axen am günstigsten ist, wenn die Platte in eine Flüssigkeit getaucht wird, deren Brechungsindex möglichst nahe dem mittleren Hauptbrechungsindex des Krystalles liegt«.

[1] F. FOUQUÉ. Contributions à l'étude des feldspaths des roches volcaniques. Bulletin de la Soc. franç. de Minéralogie. 1894. T. XVII. p. 317.

[2] A. DES-CLOIZEAUX 1867 a. a. O. p. 593.

[3] C. KLEIN a. a. O. 1874 S. 17.

Die zweite Aufgabe ist:

Die Auslöschungsschiefen auf den wechselnden Flächen einer Zone, überhaupt innerhalb einer solchen in jeder beliebigen Lage zu gegebenen krystallographischen Elementen zu bestimmen.

Zu diesem Ende sind Mikroskop und Drehapparat zu benutzen und an ersterem Anwendung von den gleichzeitig drehbaren Nicols zu machen.

Der ältere Drehapparat von horizontaler Stellung mit verticaler Durchsicht hatte den Nachtheil, dass die Schiefen auf den Flächen durch Drehung des Tisches des Mikroskops gemessen werden mussten. Die Drehung des Krystalls innerhalb des Flüssigkeitsgefässes um die Zonenaxe erfolgte am Drehapparat. Hierdurch erwuchs der Nachtheil, dass der Drehapparat mit seiner Drehaxe sich unter Umständen weit vom Beobachter entfernte, was zu Unbequemlichkeiten und Irrungen Veranlassung gab.

Dies ist nun bei der neuen Disposition vermieden.

Man lege das Mikroskop um, befestige den Krystall am Drehapparat, orientire die Zone durch Justiren und gehe von einer bestimmten Fläche aus, die man entweder mit der GAUSS'schen Spiegelvorrichtung einstellt, oder an der man her visirt und sie dann durch Drehen um 90° in die gewünschte Lage, senkrecht zur optischen Axe des Instrumentes, bringt. Das Flüssigkeitsgefäss wird dann von unten her eingeschoben, so dass der Krystall eintaucht und die Messung beginnt. Das richtige Brechungsverhältniss der Flüssigkeit hat man vorher bestimmt.

Zu achten ist auf möglichst gleichförmige Beleuchtung. Das Erkennen des Eintretens der Auslöschung unterstütze man durch eins der bekannten Hülfsmittel, wie Gypsblättchen, Quarzplatte oder Quarzdoppelplatte u. s. w. Will man auf eine von der vorhandenen nicht zu weit abgelegene Zone übergehen, so kann dies mit Hülfe der Justirvorrichtungen des Drehapparates geschehen.

Wie schon früher hervorgehoben[1] erweist sich diese Untersuchungsmöglichkeit von grosser Bedeutung.

Die dritte Aufgabe endlich ist:

Die Orientirung der optischen Hauptschnitte in einem zweiaxigen Krystalle zu finden, die Axenebene aufzusuchen, ihre Lage zu fixiren und den wahren inneren Axenwinkel zu messen.

---

[1] C. KLEIN a. a. O. 1891. S. 440. — Auch bei Erhitzungsversuchen sind die gleichzeitig drehbaren Nicols sehr wichtig.

Die Verhältnisse des rhombischen Systems sind einfach und ergeben sich aus denen des monoklinen, mit denen wir als Vorbereitung für die triklinen Krystalle beginnen, von selbst.

Das Mikroskop (für paralleles polarisirtes Licht eingerichtet) wird in umgelegter Stellung mit Drehapparat gebraucht. Der Justirbogen L. Fig. 2, stehe auf den Beobachter zu, L_1 gehe von links nach rechts.

Als Beispiel sei ein Adular vom St. Gotthard genommen.

Man setze den Krystall so an, dass die vordere Säulenkante in die Medianebene kommt und die Basis des ersteren horizontal liegt. Der Krystall sei passend eingehüllt, die Nicols gekreuzt und zu der vorderen Prismenkante mit ihren Polarisationsebenen orientirt.

Bringt man dann nach gehöriger Feinjustirung mit L und L_1 die Flächen des Feldspathprismas in symmetrische Lagen zur Medianebene, was vermittelst der Tischbewegung K möglich ist, so wirkt das Ganze so, als sei eine Fläche aus der Zone der Orthodiagonale vorhanden und eingestellt und der Krystall löscht aus. Er ändert diese Auslöschungslage auch nicht, wenn er mit der Drehvorrichtung des auf den Beobachter zu gestellten Bogens L bewegt wird, wohl aber, wenn eine Drehung mit dem Tische K erfolgt.

Bei letzterer bleibt der Krystall dann erst (abgesehen von den in das Gesichtsfeld tretenden und dasselbe aufhellenden Axen) dunkel, wenn die Basis des Krystalls um 5° mit der Drehvorrichtung am Bogen L in dem Sinne geneigt wird, in welchem diese Auslöschungsschiefe beim Feldspath liegt.

Es ist dann nicht nur die Verticalebene, sondern auch die Horizontalebene ein optischer Hauptschnitt. In letzterem liegen für gewöhnlich die optischen Axen, und ihr Winkel kann, wenn zu convergentem Licht übergegangen wird, gemessen werden.

Wäre die Schiefe zur Basis nicht 5°, sondern $x°$, so müsste um diesen Winkel bei Anwendung polarisirten Lichtes gedreht werden. Die geforderte Lage wäre dann erreicht, wenn nach rechts oder links, mit dem Tisch K ausgiebig bewegt, die Dunkelheit (abgesehen von etwa auftretenden Axenaufhellungen) erhalten bliebe. Um dieses in Strenge zu constatiren, könnte das Mikroskop mit einem der bekannten empfindlichen Hülfsmittel versehen werden.

Lägen die Axen aber nicht senkrecht zum klinodiagonalen Hauptschnitt, sondern in demselben, so könnte man eventuell ihren Winkel mit der Bewegung an L messen, oder, wenn dieselbe dazu nicht ausgiebig genug wäre, den Krystall umlegen, den klinodiagonalen Hauptschnitt horizontal nehmen und dann die eine Axe nach der anderen durch Drehung mit K in die Mitte des Gesichtsfeldes bringen.

Es können also jedenfalls Axenwinkel und Auslöschungsschiefen, letztere bezogen auf das Klinopinakoid, gemessen werden.

Im triklinen Systeme weiss man zunächst über die Lage der optischen Elemente gar nichts. Ebenso wenig als man aber im monoklinen Krystalle von einer beliebigen Fläche und ihren Auslöschungsrichtungen ausgehen wird, wird man dies im triklinen Systeme thun und vor allen Dingen der Fresnel'schen Regel eingedenk sein,[1] die aussagt, wie die Lage der Auslöschungsrichtungen auf irgend einer Fläche sich einstellt.

Deshalb kommt es hier darauf an, am Krystalle zu suchen, ob nicht auf einer Fläche desselben Erscheinungen auftreten, die an eine Lage annähernd normal zu einer Elasticitätsaxe erinnern oder aber eine der Axen austreten zeigen u. s. w.

Man berücksichtige zunächst die grössten Flächen des Krystalls, bestimme auch die Schiefen der Auslöschungen und das Verhalten im convergenten Licht. Alsdann gehe man zu anderen, dazu möglichst normalen Flächen über und orientire sich in gleicher Weise. Dadurch werden Daten für eine Einstellung des Krystalls selbst gewonnen, die man sorgfältig bei derselben berücksichtigt. Alsdann operirt man noch mit den Justirbögen so lange, bis die gewünschte Lage erreicht ist.

So konnte ich, beim Anorthit vom Vesuv, ausgehend von der Basis und dem seitlichen Pinakoid, den beobachteten Schiefen auf denselben und den nachgewiesenen Axenaustritten auf diesen Flächen, für die freilich die Beobachtungen M. Schuster's schon vorlagen,[2] an einem nicht verzwillingten Krystall den Axenwinkel $2V_a$ und $2V_0$ in passend verdünnter Thoulet'scher Lösung mit den weiter oben angegebenen Werthen messen und die gleichen Beobachtungen auf Platten, senkrecht zur positiven zweiten und negativen ersten Mittellinie mit annähernd denselben Resultaten wiederholen und auch auf jenen ersteren Platten die Auslöschungsschiefen zu den krystallographischen Elementen mit einem Werthe (58° zur Kante von Basis zur Schlifffläche) bestimmen, der von dem Schuster'schen von 60° nur wenig abweicht.

Ist erst die Axenebene horizontal gestellt und laufen die Axen im Horizontalfaden des Instrumentes, so kann man mit grosser Annäherung ihre Lage zu den krystallographischen Elementen fixiren und aus den Centren der Curvensysteme um die erste und die zweite Mittellinie auch die Lage der beiden anderen Hauptschnitte in gleicher Weise bestimmen.

---

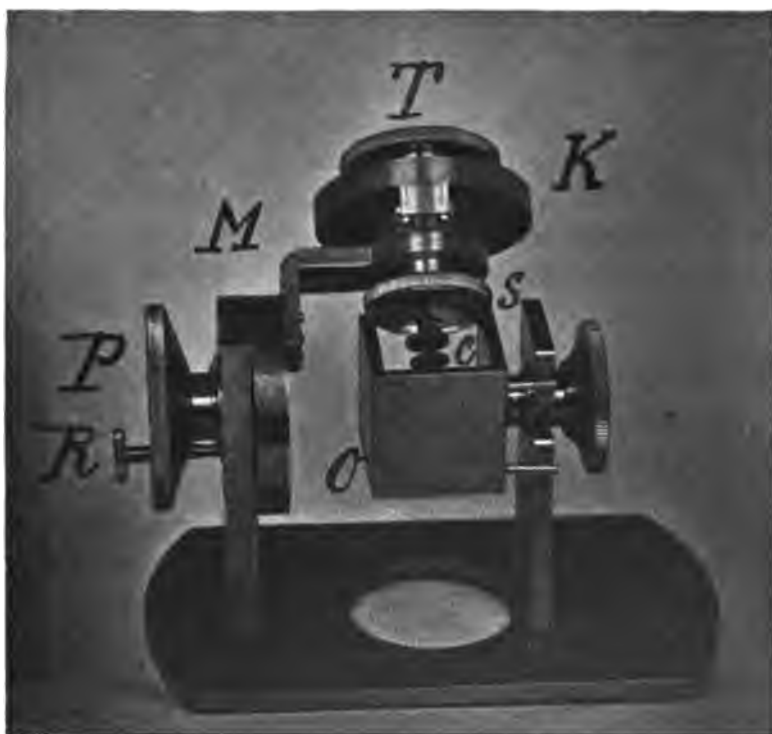
[1] A. Fresnel. Second mémoire sur la double réfraction. Oeuvres compl. T. II. 1868. p. 581; Pogg. Annalen. 1831. Bd. XXIII. S. 542.

[2] Max Schuster. Über die optische Orientirung der Plagioklase. Mineralog. u. petr. Mitth. ges. v. G. Tschermak. 1881. N. F. Bd. III. S. 214, 215.

Freilich wird die Genauigkeit hierbei nicht denselben Grad erreichen wie im monoklinen System und unter Umständen auch die ganze Operation schwierig und langwierig werden. Es ist aber durch die Methode ein weiteres Mittel gegeben mehr auszurichten, als man seither konnte.

Da bei den vorbereitenden Suchoperationen es manchmal darauf ankommt noch rascher als mit dem eigentlichen Drehapparat arbeiten zu können und von ganz anderer Seite, nämlich von der der Juweliere, das Bedürfniss vorliegt, einen Apparat zu besitzen, mit dem man rasch arbeiten kann, so habe ich noch einen besonderen Drehapparat, Fig. 3, angegeben, bei welchem die Hauptdrehung zum Zwecke einer etwaigen Messung des Axenwinkels durch die Scheibe *K* erfolgt, während eine ziemlich ausgiebige, etwa 80° betragende Bewegung der ganzen Vorrichtung und dem Sinne nach normal zu der früheren, durch *P* bewirkt wird. Letztere kann mit *R* arretirt, bez. schwer gehend gemacht werden, um, wenn *K* wirkt, nicht in Mitleidenschaft zu gelangen.

Fig. 3.



Ein an *C* angesetzter, im Flüssigkeitsgefäss *O* befindlicher Krystall kann vermittelst des (in der Abbildung nicht sichtbaren) Knopfes *T* auf der Kugelschale *S* bewegt und so eine nicht ganz senkrecht stehende Krystallkante damit justirt werden.

Zur Messung kann der Apparat nur dienen, wenn am horizontal gestellten Mikroskop die Vorrichtung, Fig. 3, so ansitzt, dass *TC*

vertical steht, d. h. der Arm *M* horizontal liegt. Wenn auch geringere Ausweichungen desselben von der Horizontallage weniger schaden, so sind doch grössere, vermittelst *P* eingeleitet, bei Messungen nicht statthaft. Es kann aber natürlich ein Krystall mit den Bewegungen *K* und *P* in die verschiedensten Lagen gebracht und auf optische Erscheinungen abgesucht werden.

Diese Einrichtung hat sich für gewisse Untersuchungen als recht zweckmässig erwiesen, so dass sie neuerdings Hr. Fuess auch bei dem von ihm etwas umgestalteten Fedorow'schen Universaltisch Modell I adoptirt hat.

Ausgegeben am 7. Februar.

Berlin. gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

7. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Dames trug über die in Württemberg und Franken vorkommenden Arten der Gattung *Plesiosaurus* und ihre Beziehungen zu ausserdeutschen Arten vor.

Die Mittheilung soll in den Abhandlungen veröffentlicht werden.

2. Derselbe legte eine Photographie von *Plesiosaurus* sp. aus dem oberen Lias von Holzmaden in Württemberg vor, an welchem deutlicher noch, als an früher mit Theilen der Körperbedeckung aufgefundenen Individuen, die Contouren der Rücken- und der Schwanzflosse zu verfolgen sind.

3. Hr. Schulze legte eine in den »Forschungsberichten aus der biologischen Station zu Plön« veröffentlichte Untersuchung des Dr. H. Klebahn in Hamburg über die Algenflora des Plöner Sees vor, welche einen weiteren Beweis für die Nützlichkeit und wissenschaftliche Bedeutung dieser von Hrn. Dr. Zacharias gegründeten und auch von der Akademie unterstützten Anstalt liefert.

Ausgegeben am 21. Februar.

1895.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

7. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Diels legt eine Abhandlung des Hrn. Dr. K. Kalbfleisch vor 'Über eine unedirte neuplatonische, fälschlich dem Galen zugeschriebene Schrift περὶ τοῦ πῶς ἐμψυχοῦται τὰ ἔμβρυα'.

2. Hr. Weber legt das von Hrn. Dr. G. Huth bearbeitete 'Verzeichniss der im Tibetischen Tanjur, Abtheilung mDo (Sûtra), Band 117–124, enthaltenen Werke' vor.
Die Mittheilung erfolgt in einem der nächsten Berichte.

3. Hr. Curtius legt das VIII. (Schluss-) Heft der von Curtius und Kaupert bearbeiteten Karten von Attika vor.

4. Hr. Conze macht Mittheilung aus einem Berichte des Hrn. Dörpfeld über die Ausgrabung des Kaiserlichen archaeologischen Instituts im Westen der Akropolis von Athen. In dem Heiligthum des Asklepios in jener Gegend, welches, durch diese Ausgrabung zuerst bekannt geworden, jetzt ganz aufgedeckt ist, haben sich Inschriften gefunden, nach denen das Heiligthum dem Amynos und

dem Asklepios geweiht war. Als an anderer Stelle gelegen wird in einer der Inschriften ein Heiligthum des Dexion, einer bekannten Überlieferung wegen bemerkenswerth, erwähnt. Die näheren Mittheilungen erfolgen in den Athenischen Mittheilungen des archaeologischen Instituts.

Ausgegeben am 21. Februar.

1895.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

14. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Frobenius legte einen 'Auszug aus einem Briefe von L. Kronecker an R. Dedekind' vor.

2. Hr. Sachau legte vor eine Mittheilung über 'Baal-Ḥarrân in einer Altaramäischen Inschrift auf einem Relief des Königlichen Museums zu Berlin'.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

3. Vorgelegt wird die mit Unterstützung der Akademie herausgegebene Schrift 'Brasilische Pilzblumen. Von Alfred Moeller. Jena 1895'.

Hr. Dr. Wilhelm Radloff, Director des Museums für Ethnographie in St. Petersburg, wurde zum correspondirenden Mitglied der philosophisch-historischen Classe gewählt.

Auszug aus einem Briefe von L. Kronecker an R. Dedekind.

(Vorgelegt von Hrn. Frobenius.)

Berlin 15. März 1880.

Meinen besten Dank für Ihre freundlichen Zeilen vom 12. c.! Ich glaube darin einen willkommenen Anlass finden zu sollen, Ihnen mitzutheilen, dass ich heute die letzte von vielen Schwierigkeiten besiegt zu haben glaube, die dem Abschlusse einer Untersuchung, mit der ich mich in den letzten Monaten wieder eingehender beschäftigt habe, noch entgegenstanden. Es handelt sich um meinen liebsten Jugendtraum, nämlich um den Nachweis, dass die Abelschen Gleichungen mit Quadratwurzeln rationaler Zahlen durch die Transformations-Gleichungen elliptischer Functionen mit singulären Moduln grade so erschöpft werden, wie die ganzzahligen Abelschen Gleichungen durch die Kreistheilungsgleichungen. Dieser Nachweis ist mir, wie ich glaube, nun vollständig gelungen, und ich hoffe, dass sich bei der Ausarbeitung, auf die ich nun allen Fleiss verwenden will, keine neuen Schwierigkeiten zeigen werden. Aber nicht bloss das — wie mich dünkt — werthvolle Resultat, auch die Einsicht die mir auf dem Wege geworden ist, hat mir mannigfache Befriedigung meiner mathematischen Neugierde gewährt, und ich habe auch die Freude gehabt, mit meinen bezüglichen Mittheilungen das mathematische Herz meines Freundes Kummer vielfach zu erfreuen, da auch Aussichten für Erledigung seiner Lieblingsfragen sich zeigen. — Ich hatte schon vor 4 Wochen in der Akademie eine Abhandlung gelesen, von der ein Auszug gedruckt wird, in der ich die arithmetischen Eigenschaften der Wurzeln jener Gleichungen entwickle, die ich ja der Hauptsache nach schon seit fast 20 Jahren kenne. Aber ich hatte neuerdings eine gewisse Erleichterung durch die allgemeine Betrachtung gewonnen, dass die Coefficienten der Transformation, wenn man die Jacobischen Bezeichnungen im IV. Bande des Crelleschen Journ. pag. 185 nimmt, aber den Coefficienten von x^n gleich Eins setzt, sämmtlich (für n Primzahl) ganze algebraische Vielfache des letzten Coefficienten sind. Da man nun einerseits alle oben er-

wähnten Gleichungen als Transformationsgleichungen auffassen, andrerseits als Potenzen von Multiplicationsgleichungen darstellen kann, wie ich es im Monatsbericht vom Dec. 1877 näher dargelegt habe, so zeigt sich unmittelbar, dass diese Gleichungen die Eigenschaften haben, die bei den Kreistheilungsgleichungen darauf beruhen, dass alle Coefficienten durch die betreffende Primzahl theilbar sind, und deren Analoga ich sonst in der von Eisenstein bei den Lemniscatischen Functionen angewendeten Weise bewiesen hatte. Die Indices der verschiedenen Primzahlen ergeben sich natürlich auch für jene Transformations-Gleichungen ohne alle Schwierigkeit, denn es ergiebt sich ja genau so wie bei den Kreisfunctionen, zu welchen Exponenten die Primzahlen resp. ihre complexen Factoren gehören. So weit es sich um die singulären Moduln selber handelt, die auch als Perioden der Wurzeln solcher Transformationsgleichungen aufgefasst werden können, ist — wie ich schon vor langer Zeit ermittelt hatte, als ich die Classenzahl dafür berechnete (conf. Monatsber. v. Juni 1862) der Index der Composition entscheidend für die Indices der Primfactoren. Ich verstehe unter diesen Indices nämlich die verschiedenen Grade der irreductibeln Factoren, in welche die betreffende Gleichung für den bezüglichen Modul zerfällt. Wenn diese Indices gefunden sind, so bedarf es nur der Anwendung der allgemeinen Formel, die ich im Monatsbericht vom Jan. 1863 publicirt habe, um die Classenanzahl ohne Weiteres aufzufinden. Die Formel ist — wie ich schon dort bemerkt habe — eine Art Universalmittel für die bezüglichen Untersuchungen. Nur habe ich jetzt immer — wie schon seit lange in meinen Universitätsvorlesungen — die 2 beim mittleren Coefficienten der quadratischen Formen weggelassen. Habe ich so die arithmetischen Eigenschaften jener von der Analysis gelieferten Gleichungen, die Classenzahl der entsprechenden Formen etc. schon vor vier Wochen (am 19. Febr.) in der Akademie vorgetragen, so war mir doch zum Beweise jenes Satzes, den ich so lange geahnt und gesucht habe, noch eine ganz andre — ich möchte sagen — philosophische Einsicht in die Natur jener merkwürdigen Gleichungen für die singulären Moduln nöthig, vermöge deren es klar gelegt werden musste, warum diese die grade hinreichenden Irrationalitäten geben, welche — nach Kummers Ausdrucksweise die ich auch im J. 1857 in der Mittheilung gebraucht habe — die idealenZahlen für $a+b\sqrt{-D}$ wirklich darstellen. Diese Einsicht habe ich nun erlangt. Sie beruht auf zwei merkwürdigen Betrachtungen. Erstens: die Abelschen Gleichungen $p$ten Grades (wobei der Einfachheit halber p Primzahl sei) stehen auf ganz andrer Stufe als andre z. B. die reinen Gleichungen $p$ten Grades, d. h. die Wurzeln der Abelschen Gleichungen sind dem Rationalen so nahe als möglich, weil die darin vorkommenden Wurzel-

grössen in Wahrheit nicht den Exponenten p selbst, sondern nur einen einfachen (aus $(p-1)$ten Wurzeln der Einheit gebildeten) Primfactor von p (in dem Sinne wie in meiner Dissertation) als Exponenten der Wurzel haben. Zweitens: die Gleichungen für die singulären Moduln ergeben eine geringste Irrationalität von allen jenen dem Rationalen schon möglichst nahen Irrationalitäten. Nämlich die Grösse, aus der die Wurzel mit jenem complexen Exponenten zu ziehen ist, ist im arithmetischen Sinne eine $p$te Potenz, denn sie ist eine aus $p$ten Wurzeln der Einheit und $\sqrt{-D}$ gebildete Zahl, deren zugehörige Zahl $a+b\sqrt{-D}$ eben (nach Kummers Ausdrucksweise) die $p$te Potenz einer idealen Zahl ist.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, dass auch Sie, hochgeehrter Herr College, an dieser Einsicht in die Natur der Gleichungen Interesse nehmen, wenn Ihnen die Darlegung auch einstweilen etwas befremdlich erscheinen sollte. Die Hoffnung grade den Kernpunkt, für die allgemeinen complexen Zahlen das Analogon der singulären Moduln zu finden, auch noch abzumachen, muss ich wohl etwas vertagen, wenn ich jetzt an das Klären und Aufzeichnen des bisher Erlangten gehen soll ....

Baal-Ḥarrân in einer Altaramäischen Inschrift auf einem Relief des Königlichen Museums zu Berlin.

Von Eduard Sachau.

Die Verwaltung des Museums zu Berlin hat neuerdings eine Reihe merkwürdiger Denkmäler Altsemitischer Kunst der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, welche gleich der Stele des Königs Panammû und dem Gottesbild des Hadad den im Tell von Zenǧîrlî unternommenen Ausgrabungen entstammen. Die Arbeit der Zusammensetzung aus vielen Bruchstücken ist von den Technikern des Museums mit gewohnter Meisterschaft ausgeführt, so dass gegenwärtig jedes Kunstwerk als ein wohl erhaltenes Ganzes dem Beschauer gegenübersteht und nichts mehr an den Zustand der Zerstörung, in dem es hier angekommen, erinnert. Das Material ist Basalt, die Form diejenige des Hochreliefs. Die Anschauung des Alterthums, die wir aus diesen Reliefs gewinnen, ist in ihrer Art unvergleichlich, und wir dürfen mit Sicherheit annehmen, dass sie noch für lange Zeit die Semitische Archaeologie, die solcher Materialien bisher gänzlich entbehrte, beschäftigen werden. Wir erwähnen hier nur das sogenannte Relief der Königin, eine weibliche Gestalt mit einer Vase in der einen, einer Blume in der anderen Hand, sitzend auf einem Thronsessel, ihr gegenüber eine dienende Person mit einem Wedel, zwischen beiden ein Tisch mit gekreuzten Füssen, bedeckt mit Brod, einer Büchse und anderem, das Ganze überragt von einem Symbol (der Majestät?); ferner eine Doppelsphinx, eine Säulenbasis tragend; einen Krieger zu Pferd, in der einen Hand den abgeschlagenen Kopf eines Feindes, in der anderen einen Bogen haltend; mehrere Kriegergestalten, Bogenschützen, und schliesslich das einzige Relief, das eine Inschrift trägt, König Panammû auf dem Throne. Für die Veröffentlichung, Reproduction und Bearbeitung dieser Kunstwerke auf die in Vorbereitung befindliche Museums-Publication verweisend, geben wir hier zunächst mit Einwilligung des Königlichen Museums die kurzen, Altaramäischen Inschriften, welche das letztgenannte Relief schmücken, im Anschluss an unsere Schrift Die Inschrift des Königs Panammû von Šamʾal in den Ausgrabungen in Sendschirli I, Berlin 1893 S. 55 ff.

König Barrekûb sitzt geschmückt mit der Krone auf kunstvoll gearbeitetem Thron mit erhobener rechter Hand, in der linken das Scepter haltend. Hinter ihm steht ein Diener mit hoch erhobenem Wedel, vor ihm in angemessener Entfernung ein Eunuch, die Rechte erhebend, mit der linken das Schreibzeug und unter dem linken Arm eine Schreibtafel haltend. Rechts vor dem Gesichte des Königs in der Höhe der Spitze der Krone steht die folgende Inschrift in einer Zeile:

אנה 8 בררכב ° בר ° פנמו//

Ego (*sum*) *Barrekûb filius Panammû.*

Während also die Panammû-Stele ein Bruchstück von dem Bildniss des Vaters darstellt, haben wir hier das in allen Details vollständig erhaltene, sorgfältig ausgeführte Bild des Sohnes, des muthmaasslich letzten Fürsten von Šam/al (etwa 732–727 v. Chr. Geb.), von dem die meisten der in Zenǧirlî zu Tage geförderten Bau- und Kunstwerke herrühren dürften.

Die Schrift ist dieselbe wie auf der Panammû-Stele, dagegen steht der auf letzterer gebrauchten Form des Pronomens אנך hier wie in der Bauinschrift die Form אנה gegenüber. Der Worttheiler scheint hier nicht Kreisgestalt, sondern die Gestalt eines schräge stehenden Quadrats zu haben, das nach אנה doppelt auftritt.

In der Mitte zwischen dem Kopf des Königs und dem des Eunuchen findet sich die Zeichnung eines Vollmondes in und über einer Mondsichel; unter der letzteren etwas, das mit einer Säule sammt Capitell verglichen werden kann, und rechts und links davon von der Mondsichel herunterhängend etwas wie zwei Troddel. Wie die Zeichen rechts von dem Königsbild die zu demselben gehörige Erklärung geben, so erklären auch die rechts von diesem Bilde stehenden Zeichen, was darunter zu verstehen ist. Die Worte lauten:

מראי ° בעלחרן °

Dominus meus (*est*) *Baalḥarrân.*

Das Wort מראי kommt in dem bisher bekannten Inschriftenmaterial aus Zenǧirlî dreimal in der Bauinschrift vor, wo es einmal den Gott Rekûb/êl, die beiden anderen Male den König der Assyrer Tiglatpileser, den Oberherrn des Fürsten von Šam/al, bezeichnet.

Der Baal-Ḥarrân, d. i. Baal, Herr von Ḥarrân, ist nicht etwa ein weltlicher Herr, ein Assyrischer Oberstatthalter, ein Ober-פחה von Ḥarrân, als dessen Diener etwa Barrekûb sich bekennt, wie er sich in der Bauinschrift als Diener des Tiglatpileser bekennt, sondern ist sein Gott, den er neben Hadad, El, Rekûb/êl, Šemeš und anderen verehrt, und das beschriebene Zeichen ist das Symbol dieses Gottes. Wenn wir über das Wesen desselben nicht bereits durch die littera-

rische Überlieferung einer späteren Zeit unterrichtet wären, würde das doppelte Mond-Bild, die volle Scheibe und die Sichel, es uns enthüllen; es ist der Mondgott Sîn. Neu aber ist, dass der Mondgott von Ḥarrân auch in Nordsyrien, von den Aramäern in Šam᾿al verehrt wurde.

Es ist nicht erforderlich hier nachzuweisen, dass die Anwesenheit der Aramäer und der Cultus des Sîn in Ḥarrân, welchem letzteren der Stadtplan seine noch in den jetzigen Trümmern nachweisbare Gestalt verdankt (s. meine Reise in Syrien und Mesopotamien S. 223), schon aus hohem Alterthum bezeugt ist. Kostbar ist die kurze Inschrift Barrekûb's dadurch, dass sie Beziehungen, wie sie zwischen der Urgeschichte der Hebräer und Ḥarrân bestanden,[1] auch zwischen den Aramäern Nordsyriens und Ḥarrân bekundet. Der Gott Sîn wurde an vielen Punkten des Semitischen Volksgebietes verehrt, es ist aber zu beachten, dass Barrekûb seinen Gott nicht Sîn, sondern speciell Baal-Ḥarrân nennt. Die Frage, wie und wann diese Cultusübertragung von Ḥarrân nach Šam᾿al stattgefunden, wüsste ich nicht zu beantworten, denn von Wanderungen der Aramäer Ḥarrâns nach Nordsyrien wie anderweitigen Übertragungen in gleicher Richtung ist nichts überliefert. Wenn die Dynastie, der Barrekûb und sein Vater Panammû angehörten, möglicher Weise Kleinasiatischen Ursprungs war, so haben sie die Religion ihrer Unterthanen, diejenige der Aramäischen Bevölkerung von Nordsyrien und Mesopotamien angenommen. Es mag hier noch auf den Namen des Assyrischen Eponyms des Jahres 741 Bil-Ḥarrân-bil-uṣur, d. i. Herr von Ḥarrân (= Sîn), schirme den Herrn hingewiesen werden, s. Eb. Schrader, Keilinschriften und Geschichtsforschung S. 355 Anm. 1. Was das Symbol des Gottes Sîn betrifft, so ist zu erwähnen, dass es in der oben beschriebenen Form auf Münzen nicht vorzukommen scheint, denn die Münzen von Ḥarrân, Edessa und anderen Mesopotamischen Städten zeigen das Bild einer Mondsichel mit einem Stern darüber.

Einige weitere Inschriftfragmente auf Steinstücken aus Zenǧirlî, die neuerdings im Museum ausgestellt sind, sind folgende:

A. ן 0 זי 0 קרבן 0 ל .
0 כשלשן o8 0 מלך:
0 בצדק 0 אב̣
סא 0 א̣

Bereits wegen der Zahlzeichen mitgetheilt in meiner oben citirten Abhandlung S. 71.

---

[1] S. das nähere bei Dr. A. Mez, Geschichte der Stadt Ḥarrân in Mesopotamien bis zum Einfall der Araber. Strassburg 1892, S. 15 ff.

B. אתח 0 ס
ן 0 לאשׁ

C. .ן0מׄ.
.כב0בר0.
י0.

Diese drei Fragmente können sehr wohl Stücke einer und derselben Inschrift sein. Das hier als Worttheiler gebrauchte oblonge Zeichen kann aus der Doppelsetzung des Worttheilers, wie sie nach dem Worte אנה in der Baal-Ḥarrân-Inschrift vorkommt, entstanden sein. Fragment *A* enthält Berührungen mit der Panammû-Inschrift und der Bauinschrift, in *C* Z. 2 war vielleicht der Name Barrekûb vorhanden.

Ein weiteres Fragment einer Inschrift findet sich auf einem Steinstück, das nach einer Mittheilung des Herrn Dr. F. von Luschan im Dorf Hasan-Beili drei Stunden von Zenǧirlì gefunden ist. Was ich bei winterlichem Licht erkennen konnte, ist folgendes;

ממואלנם . . . . אל
ודמ . . בתׄ . וב . בה .
ר . . . . ארצׄהמלך:
לבראורכׄ   לב
. לכתאשי . . .

Das Alphabet ist bedeutend jünger als dasjenige der Barrekûb-Inschriften. Wenn ואלנם richtig gelesen ist, dürfte die Inschrift eine Phönicische sein.

Auf demselben Stein in den Buchstaben der späten Römischen Kaiserzeit folgende Griechische Inschrift:

ωΡΟΙΚΙΚω
ΝωΝ

und auf der anderen Seite des Steines

ΚΙΔΙΜΟ
ΕΡΙΟϹ

Unter jeder Inschrift steht ein christliches Kreuz.

Beschreibung einer Handschrift mittelalterlicher Gedichte (Berl. Cod. theol. oct. 94).

Von W. Wattenbach.

(Vorgetragen am 31. Januar [s. oben S. 55].)

In seiner Vorrede zur Ausgabe von Sigebert's Passio Thebaeorum (Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1893) hat Hr. Dümmler gesagt, dass ich über den weiteren Inhalt dieser Handschrift berichten würde, und ich darf mich dieser Aufgabe um so weniger entziehen, da er bereits in der Angabe des Inhalts und der Bestimmung der einzelnen darin enthaltenen Stücke mir vorgearbeitet, auch einzelne derselben schon abgeschrieben hat.

Bei der grösseren Aufmerksamkeit, welche sich in neuerer Zeit der mittelalterlichen lateinischen Dichtung zuwendet, ist es ein dringendes Bedürfniss, die vorhandenen Sammlungen genauer kennen zu lernen und über ihre Herkunft und Entstehung Klarheit zu gewinnen. Das ist jetzt schon in ziemlich ausgedehnter Weise geschehen; in Frankreich besonders durch Hauréau, der sich auch in dieser Beziehung grosse Verdienste erworben hat. Das Resultat lässt sich dahin zusammenfassen, dass vorzüglich im zwölften Jahrhundert an verschiedenen Orten Sammlungen angelegt wurden, in denen einzelne Stücke namhafter Dichter, namentlich Hildebert's von Tours, als von diesen herrührend bezeichnet sind. Andere rühren, wie vorzüglich in der berühmten Handschrift von Benedictbeuern, von fahrenden Sängern, Vaganten her, und einige solche Stücke, jedoch nicht in dem rythmischen Versmaass des Archipoeta und durchaus ohne jeden leichtfertigen Anklang, finden wir auch in der hier vorliegenden Sammlung. Hier überwiegt aber eine andere Gattung, nämlich die eigentliche Schulpoesie. In den Schulen jener Zeit wurden stets Verse gemacht, als ein regelmässiger und sehr wichtiger und nützlicher Theil des Unterrichts, wie wir ja schon, um von der carolingischen Zeit zu schweigen, aus dem Anfang des elften Jahrhunderts die Schularbeiten Ekkehard's von St. Gallen kennen. Die grosse Masse solcher Verse verging mit dem Tage, andere fanden Aufnahme in Handschriften, wie die vorliegende, wo namentlich die Menge von Epi-

taphien, welche als wirkliche Grabschriften nicht betrachtet werden können, vermuthlich solchen Ursprung haben; ebenso die vier Dichtungen über den Fall von Troja, von welchen nur zwei auch sonst schon bekannt sind. Überhaupt tritt uns der antiquarische Charakter des Unterrichts überall lebhaft entgegen; werden auch häufig kirchliche Personen gefeiert, so ist doch, abgesehen von den geradezu geistlichen Gegenständen, die ganze Decoration dem heidnischen Alterthum entnommen. Die Musen und verschiedene Götter werden bei jedem Anlass bemüht, und die gefeierten Personen werden mit Römern und Griechen, nicht mit Heiligen oder Persönlichkeiten des jüdischen und christlichen Alterthums verglichen. Ähnliche Bemerkungen hatte ich ja auch schon früher an die Ausgabe einiger Erzeugnisse französischer Schulen des elften Jahrhunderts zu knüpfen. Denn Frankreich ist das Hauptland dieser Thätigkeit, und auch in deutschen Sammlungen finden wir diese Gedichte, allerdings nicht ohne Producte der einheimischen Thätigkeit auf diesem Gebiete, welche ganz ähnlicher Art sind.

Hat sich nun auch die Hoffnung nicht erfüllt, dass die Durchmusterung der Handschriften zur Kenntniss einer Anzahl von Dichtern führen werde, welchen wir die vorhandenen Gedichte mit einiger Sicherheit zutheilen könnten, so haben wir doch die Einsicht gewonnen, dass man früher viel zu leichtfertig mit der Zutheilung von Gedichten an Autoren verfahren ist; namentlich Hauréau hat stark aufgeräumt unter den Zutheilungen an Hildebert von Lavardin, Bischof von Le Mans, zuletzt Erzbischof von Tours, und an Bernhard von Clairvaux. Von Hugo Metellus konnte ich (N. Archiv XVII, 378) mit Bestimmtheit, da die Handschrift sich noch erhalten hat, nachweisen, dass eine ganze Sammlung von Gedichten ihm nur deshalb zugeschrieben und unter seinem Namen mit seinen Werken herausgegeben ist, weil dieselbe auf die letzten Blätter einer Handschrift eingetragen ist, welche auch Werke von ihm enthält.

Die vorliegende Handschrift nun enthält nicht wenige Gedichte, welche an verschiedenen Orten als Werke Philipp's von Harvengt, Abtes des Praemonstratenserklosters Bona Spes (Bonne Espérance) im Sprengel von Cambrai gedruckt sind. Hr. Dümmler hatte das bemerkt und deshalb (a. a. O. S. 22) ausgesprochen, dass sich eine grössere Anzahl von Gedichten dieses Abtes, darunter mehrere ungedruckte, andere vollständiger als sie bisher bekannt waren, in dieser Handschrift befänden. Gerade deshalb wünschte er ihre genauere Untersuchung. Allein diese Untersuchung hat ein durchaus negatives Resultat ergeben. Ich habe diesen Gegenstand bereits behandelt in meinem Beitrag zu dem Bande, welcher zum Ehrengedächtniss an

JULIEN HAVET bestimmt und jetzt eben erschienen ist, und ich kann nicht umhin, auch hier meine Gründe anzuführen. Es hat nämlich NICOLAS CHAMART, ein späterer Abt desselben Klosters, die Werke des Abtes Philipp 1621 zu Douai herausgegeben (wiederholt von Migne, Patrol. lat. t. CCIII), und hier bildet eine Sammlung von Gedichten den Beschluss. Hieraus schöpfte PHILIPP LABBE für seinen Thesaurus epitaphiorum 1686, wo diese Stücke unbedenklich mit dem Autornamen 'Philipp' bezeichnet sind. Kein Wunder, dass er seitdem als vollberechtigter Bewohner des Parnasses betrachtet wird und Niemand an seiner dichterischen Thätigkeit zweifelt; nur über die gesicherte Autorschaft bestimmter Gedichte war man unsicher. Hatte man nun schon längst bemerkt, dass unter jenen von CHAMART herausgegebenen Gedichten sich viele befanden, welche notorisch von anderen Verfassern herrühren, so hat Dom URSMER BERLIÈRE in seiner Schrift: 'Philippe de Harvengt, abbé de Bonne-Espérance' (Extr. de la Revue Bénédictine, Bruges 1892) S. 41, wo er auf die dem Abte zugeschriebenen Gedichte zu sprechen kommt, seine Bedenken geäussert, doch ohne den Gegenstand weiter zu verfolgen und zu einer sicheren Entscheidung zu kommen. Da nun aber, abgesehen von den sicher anderen Verfassern angehörigen Gedichten, wieder andere durchaus nicht zu dem asketisch frommen Charakter des Abtes passen, so kann ich zu keinem anderen Schlusse kommen, als dass CHAMART, ebenso wie der Canonicus C. HUGO bei Hugo Metellus, eine zufällig auf leere Blätter der Handschrift, welche leider verschollen ist, eingetragene Sammlung ohne weitere Überlegung seinem Abte Philipp zugeschrieben hat. Ein anderes Zeugniss für Philipp's Autorschaft auch nur eines einzigen Gedichtes ist aber nicht vorhanden.

Doch um nun endlich auf die Handschrift selbst zu kommen: sie ist von PERTZ für die hiesige königliche Bibliothek erworben, wo sie die Signatur hat: Theol. in oct. 94. Sie stammt aus dem Kloster Hautmont im Hennegau (bei Maubeuge) im Sprengel von Cambrai, und ist sehr hübsch und fast überall correct geschrieben.[1] Es war Ludwig, der sie schrieb und auch eingebunden hat, ein junger, mit acht Jahren dem Kloster übergebener Mönch, wie ein am Schluss eingeschriebener Vers bezeugt, den schon PERTZ (Archiv XI, 2) mitgetheilt hat. Derselbe Mönch Ludwig schrieb auch den Schluss einer von Rainer von St. Ghislain als Gast begonnenen Abschrift der Chronik Sigebert's mit der Praemonstratenser Fortsetzung bis 1155, s. L. DELISLE, Manuscrits Latins et Français ajoutés au fonds des Nouvelles Acqui-

[1] Für die schon anderwärts gedruckten Gedichte bieten sich hier manche Verbesserungen dar.

sitions pendant les années 1875–1891 (Paris 1891) II, 617. Auf die Identität des Schreibers hat Dümmler, N. Archiv XIX, 504, hingewiesen. Er hat den bei weitem grössten Theil des Inhalts geschrieben, von fol. 19' bis fol. 131', nach der Mitte des zwölften Jahrhunderts, was mit dem Inhalt übereinstimmt; das letzte nachweisbare Datum ist 1161 der Tod des Erzbischofs Samson von Reims. Die Gedichte sind verschiedener Herkunft, doch stammen sie ganz überwiegend aus dem nördlichen Frankreich und aus Belgien. Im Allgemeinen ist die lateinische Sprache mit Leichtigkeit und Gewandtheit behandelt, aber störend tritt dazwischen die Neigung zum leoninischen Reim, welche zu gezwungenem, oft unnatürlichem und sprachwidrigem Ausdruck verführt, und ganz besonders die Gewohnheit, eine Reihe von Subjecten mit einer Reihe von Praedicaten zu verbinden, welche gesondert immer nur auf eines der vorhergehenden Subjecte zu beziehen sind. Z. B. Pace, cruore, metu, patriam, vicina, remotos, Fovit, possedit, sollicitos tenuit, d. h. Pace patriam fovit, cruore vicina possedit, metu remotos sollicitos tenuit.

Es kann das leicht verführen, denselben Dichter für verschiedene Stücke anzunehmen, aber es ist doch nur eine Verirrung der Schule, nicht des Einzelnen.

In Betreff der Orthographie ist zu bemerken, dass der Diphthong æ schon ganz verschwunden ist, und auch für die Bedeutung des an seine Stelle getretenen ę so wenig Gefühl vorhanden, dass es fast vorwiegend da gesetzt wird, wo es nicht am Platze ist. Es ist daher als charakteristisch hier beibehalten. Unter den hier berücksichtigten historischen Persönlichkeiten tritt der Erzbischof Samson von Reims hervor, dann die Grafen von Flandern und die normannischen Könige von England.

Den Anfang macht, von anderer Hand, als der Haupttheil, geschrieben, Sigeberts Vita Maclovi, dann fol. 19 von derselben Hand, wie es scheint, die am Ende wieder erscheint, 'De nativitate Christi: Sol hodie — ille deus'. Hildeb. ed. Beaugendre p. 1359, und besser bei Hauréau, Les Mélanges poét. d'Hildebert de Lavardin p. 118. Dann, vom Rubricator geschrieben die beiden darauf folgenden Stücke 'Innuba — non est' und 'Pontus — venite'. Am Schluss des Blattes steht Passio Thebęorum, und dann folgt diese von der früheren Hand; darauf der Hymnus des Fortunat, der, von Bethmann SS. VI, 269 wieder abgedruckte Lebensabriss von Sigebert, mit dem Vers 'Justis consertus vivat Christo Sigebertus' am Schluss, und das 'Epitaphium domni Sigeberti' von Godescalcus 'Heu mors — de se sibi versus'. Auf fol. 68' steht noch unten die Überschrift: 'Inc. Passio S. Agnetis martiris Christi versifice'. Sie ist nach Hauréau

von Petrus Riga, bei Migne CCIII, 1307 unter den Werken des Philippus Bonae Spei gedruckt, Beaugendre p. 1249 als von Hildebert.

Fol. 73' 'Incipiunt versus de Patricida', unter dem Titel 'Mathematicus' gedr. bei Beaugendre S. 1295–1310; nach Hauréau, Not. et Extr. XXIX, 2, 341–347, ist in der Handschrift in Tours 300 saec. XII. Hildebert als Verfasser genannt, was aber Hauréau nicht für wahrscheinlich hält, weil Hildebert so starke Anachronismen nicht gut zuzutrauen seien. Er neigt sich deshalb, nach Abweisung des ganz unberechtigten Serlo von Bayeux, der Hist. lit. XV, 12 und 16 vermuthet war, mehr zu Bernhard Silvestris. Der seltsam phantastischen Geschichte, von welcher Hauréau ein Stück in verbesserter Form wiederholt, fehlt in allen sonst bekannten Handschriften der Schluss, den wir deshalb hier mittheilen, obgleich allerdings weder etwas daraus zu lernen ist, noch auch der gesuchte Ausdruck und die künstlich verschränkten Beziehungen es möglich machen, Alles zu verstehen. Auch lohnt es nicht, viel Mühe darauf zu verwenden.

fol. 87' Dixerat, hinc serpit murmur, tonat inde tumultus,
Scinditur in varias turbida Roma vices.
Ipsę caput, dextram, corpus, diademate, sceptro,
Purpureis privat rex, sine rege manens.
At pater in medio linguam sibi poscit, inaurat
Castigata fides, vita probata loqui.
Pater. Patres, qui bella frenatis in ocia, quorum
Cervicosa pedi colla subacta jacent,
Quorum discreta ratio, mens provida, quorum
Dens sale conditus, et sine dente sales,
Advigilate viri votis; non danda requirit,
Qui repetenda[1] petit, impetret, absque tamen.
Patricida. Me nisi pro merito donent, nisi vota secundent,
Si concessa michi, si data turpe negent,
Fortes é merita plangent virtute, dabuntque
Qui bello dederant pectora, terga fuge.
Pater. Te nisi pro merito servent, nisi vota restringant,
Ni non danda tibi jure neganda negent,
Desperata ruet[2] virtus, tedebit ephebos,
Quod veniant meritis premia surda suis.
Judices. Vel dampi votum, vel dampna suę probitatis,
Quis sapienter amat? quis patienter habet?

[1] 'repetanda' Hs. Die folgenden Worte stehen da genau so, wie hier.
[2] 'tuet' Hs.

Munera pro meritis pensentur, nec probitatem
Improbet, aut reprobos approbet ipsę dator,
fol. 88 Sed[1] peccata cruce, sed fortia laude, sed isti,
Sed dentur meritis consona cuique suis.

Expliciunt versus de patricida.

Hierauf folgt wieder ein längeres, meines Wissens noch ungedrucktes Gedicht, welches der Mittheilung nicht unwerth erschien. Freilich finden wir auch hier die charakteristischen Fehler dieser Schulpoesie, sprachwidrige Wortbildungen und fehlerhafte Verbindungen der Subjecte mit den Praedicaten. Nicht immer ist der Sinn mit Sicherheit zu erkennen. Aber es ist doch ein recht lebensvolles Gespräch eines reichen Mannes mit dem unerbittlichen Tode, worin auch einige Züge damaliger Verhältnisse berührt werden. Bemerkenswerth ist auch hier, dass christliche Anschauungen allerdings zu Grunde liegen, aber doch, wie schon vorher berührt, die ganze formale Einkleidung die altheidnische ist, und die Parzen das Geschick verwalten. Es ist ja nur äusserlicher Aufputz, aber doch charakteristisch für diese Studienrichtung.

Die Verse sind ganz leidlich; nur selten eine kurze Silbe durch den Accent in der Penthemimeris verlängert.

fol. 88 Incipiunt versus de morte et divite.

Sera[2] metris tenerum mens estuat addere carmen,
Sinceri sensus scema subire sitit.
Febe[3] celer, moderare lyram, moderare decenter,
Clio morata, veni, verba polita ferens.
Carminis inditium de numine Pallas inauret,
Plaudat principio grata Thalia meo.
Vir sibi florebat opulento scemate rerum,
Imperii fedus federat agger[4] opum.
Vitis, terra, ceres, vernans, fecunda, redundans,
Bacco pregnat, ovat semine, messe viget.

---

[1] Das Wort ist fast immer abgekürzt, so dass eigentlich 'set' zu lesen wäre; da aber neben derselben Abkürzung ausgeschriebenes 'sed' vorkommt, ist es durchaus nicht wahrscheinlich, dass der Verfasser damit etwas anderes als eben eine Abkürzung der bekannten Partikel setzen wollte.

[2] So ganz deutlich, obgleich nicht recht verständlich.

[3] D. i. Phoebe.

[4] Wie unten v. 140. 'augger' Hs.

Augustus leto ditescit in horrea cornu,
Mille cados olei spondet oliva ferax.
Consumit dolium jocundo munere nectar,
Fructificant patulis melle referta casis.
Frons diadema subit, ardescit corpus in ostro,
Pondere gemmarum dextra laborat ovans.
Bursa tumet nummis, sed marca superbit in archa:
Huic deitatis honos census amicus erat.

Auctor.

Quid miser ex rerum fallaci flore superbis?
Occasum floris proxima bruma dabit.
Estuet in rapidum solis quadriga leonem:
Languebit modico vulnere floris honor.
Eris amor sevum te thesaurizat in ignem,
Quid satagis preceps fata proterva sequi?
Blanditiis captus, fructu grataris inani,
Sic cadis in laqueos, dum juvat esca nocens.
Melle superducto funus letale venenum:
Sic trahit in cautes vocis amore Syren.
fol. 88' Te cum spe rerum detrudit[1] hostica turba,
Te baratri vortex igne vorante rapit.
Te rotat in flammam Furiarum ceca chorea,
Hospicium tale reddit iniqua domus.
Erroris nubes tua saxea menbra magistrat,
Hac duce cecato ceca ruina patet.
Illius ad nutum celer ut domino famularis,
Scandere quo recidas imperat ille gradum.
Errorem sequere: vitales exuis actus,
Vita tibi mors est, funera vivus habes.
Spes[2] fructu vacua celeri delabitur ala,
Flos vernalis abit, pestifer instat amor.
Flet probitatis honos, exultat fraudis hiatus,
Intepet hic pietas, concremat inde furor.
Hic silet, istę latrat; hic deficit, istę tumescit.
Hujus in occursum non habet illa locum.
Omnis hebet ratio, vacuatur Pallade pectus,
Insidet in mentem perfidus hostis amor.

---

[1] 'detrudunt' Hs.
[2] 'Spe' Hs.

Consolator.

Castiga mentis pena graviore reatum,
Mors culpę pena est, si resipiscat homo.
Deseritur ratio tibi credita sydere multo,
Hinc rapit impietas, noctis alumpna, locum.
Spina rosam, saliunca thimum, mentitur odore,
Mentitur violę dira cycuta decus.
Ore canem simulas, et asellum moribus affers,
Inque vices spargis pectus utrumque tuum.
Ore canis latrat, mens fert mores asininos:
Cedis utrique, jugo sternis utroque caput.
Dum datur ammonitus, latratus haurit hiatum;
Inde latrans trino Cerberus ore sonat.
Vile canis nomen, habitus sed vilior ipso:
fol. 96 Mente fruens, mentem fallis iniqua sequens,
Et licet os extra, faciesque polita decore
Fulgeat, hoc intus nescit imago canis.
Nunciat occultos interpres lingua furores,
Nunciat errorem pectore, mente canem.
Devius in vetitos te deviat error hiatus:
Quod nocet, hoc sequeris, quodque necesse fugis.
Ut fugit agna lupum, sic telo lesus inique
Pestis, queque fugis congrua, prava sequens.
Letus ad ima ruis, invitus ad omnia vite:
Sic tibi pestifero felle coactus agis.
Vano vana loquor, vana prece carmine vanǫ,
Nam quem (vana)[1] juvant, crimina vera nocent.

Destitutio corporis.

Labitur in vacuum jocunda salutis origo,
Tendit ad occasum laudis oliva decens.
Legis honor, juris virtus, flos, linea veri
Torpet, vilescit, adnichilatur, hebet.
Precinit occasum cordis vigor obrutus in se,
Mortis ad adventum mens peritura cadit.
Viribus exhaustis, cervix egrescit amata,
Languet, obit, vitę spes, valitudo vigens.
Compluitur lepra constantia corporis, illa
Scinditur everso vomere versa caro.

---

[1] Hier fehlt ein Wort, aber ohne Lücke.

Felle venenatus, hiematur et intus et extra,
Grandine morboso jam ruiturus homo,
Jamque sub artanti fixus radice malorum,
Vita desperans, funeris arma legit.
Mors violenta nimis vim sincopat exteriorem,
Officio pereunt singula menbra suo.
Surdescunt aures, caligant lumina, lingua
Nescit iter vocis, nasus odoris eget.
fol. 96' Labitur in vacuum manus arida, nullus in ore
Spiritus est, vitę conscia vena tacet.
Momentum vitę mens secum sola tuetur:
Conscia preteriti, queque futura timet.
Errat, et egressum letalem corporis horret,
Consciaque extremum pena moratur iter.
Aspicit hostiles morsus, inimicaque castra:
Limen habet morti turba parata suę,
Exaccuunt[1] dentes in morsus agmina nigra,
Operiunt meritis debita jura suis.
Dum miser attendit miserum sine fine dolorem,
Mors iter abrumpens astat et exit in hęc.

Mors.

Tu cui blanda diu sors risit opum, necis ortum
Non causare, nefas sed resipisce tuum.
Vim vitę minuit Parcarum firma potestas:
Hęc tibi dat finem, terminat ista diem.
Dum ducit Lachesis filum, secat Atropos illud,
Officium Lachesis perdit amara soror.
Te tamen huc averte precor, tibi consule tandem:
Crimina si qua latent, exue, terge, lava.
Coge greges scelerum sub libram luminis ęqui,
In faciem redeant agmina cuncta mali.
Nec lacrimis parce, nec cordi parce, nec ori
Parce, sed immundos exue, terge sinus.

Dives.

Dives ab his motus, serat ora dolore magistro,
Uritur accensus cordis ad ima furor.
Pectoris ardorem facies examinat atra,
In faciem mentis conscia queque patent.

[1] sic!

Luminis in speculo loquitur sententia cordis,
Exteriora sinus interiora probant.
Lingua doloris erat, lacrimosi fluminis imber,
fol. 97 Nec satis est, famula voce patere sitit.
'Plango dolos, paveo crimen, resipisco furores,
Condoleo sceleris, pessima facta fleo.
Cor gemit, os certat, delictum triste fateri.
Confiteor, meritum debita pena ferat.'

Mors.

Est virtutis opus lacrimis detergere culpam:
Laudo, tale sacrum victima sacra juvat.
Sed lacrimis parce, nubem sepone doloris,
Dum teneat sensus hęc medicina tuos.
Momento vitę culparum tempora longa
Consilio poteris evacuare meo.
Non est sera salus animo sitiente salutem,
Pensatur multo tempore multus amor.
Consilii verbum mentis dulcescat in aure,
Sit ratio judex, experiatur opus.
Ecce tibi vacuo de Pallade cordis opima
Consulo, consilium pagina tota docet.
In primis pueris partitos vendicet usus
Agger opum, rerum debita quisque ferat.
De reliquo misera miserorum vivat[1] egestas,
Hęc tibi perpetuum vivere vita dabit.
Explicit implicitum vigilans elemosina crimen,
Exhaurit vitium cordis, iniqua lavat.
Scis non esse tuum quod in arce superba tumescit
Marca, refert meritis irrita dona labor.
Colligis alterius fructus, semen metis, aufers
Non rapienda, cupis non rapienda tibi.
Munera muneribus coacervas, aurea moles
Argentata premit emula sorte pari.
Tanta superfluitas fortunę munera fallit,
Dum tenet in rebus sera rapina locum,
Eris[2] amatus amor tua menbra timore magistrat,
Mens somnos, nescit pectoris ima quies.

---

[1] 'iuuat' Hs.
[2] D. i. aeris.

Dives.

Corporis objectare vices jubet ordo loquendi:
Blandiciis utor, hoc juvat ecce dolus.
O regina potens, totum dominata per orbem,
Parce ferendo scelus, parce minando necem.
Plaude, tibi domina sexus famulatur et etas:
Mitior his, illis acrior esse pates.
Corrigis adventu terrarum crimina tristi,
Cogitur imperio queque juventa tuo.
Vivi jura timent, defuncti verbera torquent,
Fitque tuum velle vivere, fitque mori.
fol. 97' Ad nutus stat vita tuos, extenditur etas,
Subjacet obsequio sexus uterque tuo.
Sed vite laus est, cui vulnera criminis absunt;
Criminis obsequio sordida vita jacet.
Vita sepulta malis scelerumque indagine cincta,
Censuram gladii sentiat illa tui.
Quisquis agit proferre dies virtute magistra,
Ambulet huic longas vita morata vias.
Torpeo: peccati mens agmine versa, rigantes
Solvitur in lacrimas, tristia facta gemens.
Conscia preteriti tua jura futura veretur,
Horret, et ob merita regna propinqua timet.
Nescit quod metam nulli est transire potestas,
Tu vitę cursus libera frena tenes.
Legibus ipsa tuis reges cum vilibus equas,
Altos cum miseris cogis adesse pares.
Omnibus una potens, miseri miserere petentis:
Partius[1] in miserum mollibus usa veni.
Parce, jubeque trahi longo mea stemmata tractu:
Jam vite portum meta doloris habet.
Vivere cede precor, es nondum defuit, aurum,
Grata Ceres, Bachi fertile munus ovant.

Mors.

Indicat interius talis presumptio crimen:
Ista juvando nocent lucra, nocendo juvant.
Officio Cereris fames extirpatur egentum,
Bachea spes animo fert sitientis opem.

---

[1] D. i. parcius.

Cur facis esse tuum, quod in omnes usus habetur?
Desine, perpetuus omnibus usus erit.
Leta Ceres, dives Bachus, communia dona
Omnibus arrident, omnibus una salus.
Si proprium loqueris tibi, quod commune creavit
Terra parens, hoc est preda, rapina, scelus.
Pone modum rebus, quantum res exigit hauri,
De reliquo reliquos participare jube.
Infirmum cura, misero succurre, carenti
Porrige, pauperibus esto benigna domus.
Ex clipeo fidei mentem circumdatus, hostis
Ictus, tela, vicem, discute, frange, cave.
Non te tutatur rerum presentia dives,
Sed reor et sine re munit amata fides.
Informant hominem tria, mens a crimine munda,
Flos morum, maculis inviolata caro.
Horum sollempni redimitus scemate, victor
Sub pedis arbitrio fortia queque domas.
Hostis ad incursus fragili persistere telo
Horrens, arma Dei consule: tutus eris.
Sit clipei tutela fides, lorica figuret
Justitiam, surgat lancea certus amor.
Virtus exaltet galeam sub fronte salutis,
Mucro rigens pro se verba tonantis agat.
fol. 98' Plaudat equus voci, duo sunt calcaria: pungat
Hinc amor, inde timor, sumat uterque vicem.
Celestis patrię suspiret amor paradysum,
Horreat inferni fetida claustra timor.
Sic, sic armatus, expersque erroris, habeto
Laude triumphali vivere, laude mori.
Das humiles ex ore favos, mens perdita totum
Exuit, induta criminę, fraude, malis.
Exterius mellita fluunt, mens nescia veri
Intus habet, sceleris prodiga, peste valens.

Dives.

Talibus illatis laxatur habena doloris,
Induit ora pudor, excitat ira sinus.
Alternant faciem pudor hinc, dolor inde, vicissim
Luminis in varias exit uterque vices.
Inclinat vultus humili pudor iste rubore,
Distrahit ora solo, pectore verba premit.

Nititur écontra dolor inflammare furorem,
Sudat in obliquum luminis uerbo[1] vagus.
Mens stimulis stimulata novis stimulatur inepte;
Sed quandoque tepet pulsa pudore sui.
Litigii verbum satis hic, magis illę frequentat,
Dat tumido cordi lingua superba viam.
Hinc pudor, inde dolor variant fomenta doloris,
Litibus armantur, hinc pudor, inde dolor.
Cogit abesse modum dolor, et pudor in ratione
Pugnat, sic ceco limite verba facit:
'Spem vite tollis, dum sic mea tollere curas,
Niteris in nichilum prospera fata trahi.
Nec merui de te tantos audire furores![2]
Irarum stimuli, sed sine lege ruunt.
Parcius incumbe misero, moderare furorem.
fol. 99 Sperne minas, tepeat fervor, iniqua fluant.
Cum lacrimis effundo preces, has aure benigna
Suscipe, suscipiens cordis in arcę loca.
Aure preces, animo lacrimas admitte faventi,
Excludens voto viscera dura pio.
Sunt michi natorum tria pondera pignore caro:
His meus incumbit matre carente labor.
Sed sedet in votum speciei scribere formam,
Hoc faciet precibus forsitan esse locum.
Arridet vultu tribus una juventa iocoso,
Castigat faciem quisque pudore pari.
Lylia candenti candent in frontis honore;[3]
Myrra caput, crines nardus odoris habet.
Lylia subrepens, morsu rosa mordet amico,
In roseos vultus ludit utrumque jubar.
Sideribus certant oculi, plus lactę superbit
Cervix, dens gratus ordine vincit ebur,
Labra tumor mentumque decet lanuginis umbra,
Turpe nichil mundę linea naris habet.
Ut pareat frontis spacium, coma flexa laborat:
Arridet menbris omnibus omnis honor.
Hos armare michi labor est in martis amorem,
Ut sua sint pacis marte juvante bona.'[4]

---

[1] So ganz deutlich, ohne Zweifel fehlerhaft. Ob 'ordo'?
[2] 'fauores' Hs.
[3] 'candenti frontis horrore' Hs.
[4] 'dono' Hs.

Mors.

Fallitur officio ferro vestita juventus,
Sepe perit lucri captus odore sui.
Opprimit incautos armorum gloria tristis,
In fragili vitam militis usus habet.
Sed secreta tuę tibi fortius attrahe mentis,
Pectoris in melius consule dogma pium.
Tres tribus officiis partita sorte fruantur,
Nam sibi quemque decet debita fata sequi.
fol. 99' Vere novo nova prata virent, nova rura virescunt,
Prata rosis redolent, pascua lata thimis.
Parturiunt plenos telluris viscera fetus,
Arboribus frondes, messis abundat agris.
Ecce labor studiis estate novatur amica,
Omnibus officiis tempora grata patent.
Ergo tuę proli doctrinam pande laborum,
Officii munus sumat uterque datum.
Primus ruricolis comes exeat, institor alter
Commutet merces, clericus alter erit.
Nupta viro turpem caveat tua filia scortum,
Lége thori castam muniat esse fidem.
Hic verbosa cadat objectio, causa recedat:
Excusare nequis vera probante stilo.
Hanc studiis pronis jocunda juventa procatur,
Sed caret effectu, patre negante viam.
Hanc fallens, cupiens melius, fraudaberis ipsę:
Frangitur ex humili sepe superba manus.
Accendit stimulos incongrua teda doloris,
Litis amat studium, triste cubile parit.
Nubere majori minor exit inutilis, urget
Major, dissimili vivit uterque modo.
Villicus hanc optat, optatam mente revolvit:
Si renuis, votum virginis illa ferat.
Esto, maritale jus exulet in moniale:
Exulet hęc mundo virgo dicata Deo.

Dives.

Carmine jam careat verbosus sermo, loquacem
Lingua procax habitum terminet, ira cadat.
Partius effundant mens fraudem, lingua venenum,
Partius ardescat pectore litis amor.

Ferventis boreę complutum grandine pectus
fol. 100 Aura riget zephiri, pacis oliva piet.
Acceleret celeres elatio perfida metas,
Certet in occasum pestis amara sui.
Tristitię spoliata notis, dulcedinis auram
Indue, stante cadat pro ratione furor.
Pace pia moderare scelus, moderare furorem,
Inclina vultus ad mea vota tuos.
Quamvis natorum non cura recumberet intus
Patrem, succedit altera cura michi.
Criminis indicium, domus est confracta decoris,
Languet inops, pudet hanc sustinuisse solum.
Orat opem, pudor hic novitatem querit, amicas
Compages religet officiosa manus.
Hujus in effectum me cogit amorque pudorque,
Lenit amor, mentis sauciat ima pudor.
Ergo melle precum pectus moderare, precantis
Causa patens loquitur: vivere cede reo.
Auxiliantis opus tibi sit producere vitam:
Hac certus, crescunt menia, castra, domus.
Sic rerum tytulo syrtes exuta pudoris,
Ista domus regnet, prospera fata sequens,
Sic probra deiciens consors vicinia laudis
Famam, letitię purpuret ipsa melos.

Mors.

Semina verborum quę mittis in ocia, tristi
Suscipit aura notho, turbinis unda vorat.
Hactenus amplexu Lachesis te fovit amico:
Atropos atra vocat, ergo necesse sequi est.
Proxima nox noctem faciet felicibus annis,
Evacuata cholus[1] ultima fila trahit.
Tristia se letis miscent, adversa secundis.
Illa fuere, sed hec sunt sine fine tibi.
fol. 100' Semina letitię lacrimarum dant tibi messem:
Collige pro meritis digna tributa tuis.

Mitten in diese Dichtung eingeschoben sind fol. 89–95 sieben Blätter von einer jüngeren Hand saec. XIII mit einigen, theils Hildebert zugeschriebenen, theils von ihm herrührenden Vierzeilern und

[1] colus, Spinnrocken.

Distichen, zuerst 'De nativitate Christi: Nectareum rorem — potest'. Beaug. p. 1311, aus dem Floridus aspectus von Petrus Riga nach Hauréau, Les Mélanges d'Hildebert p. 8. Daher sind auch die folgenden (Beaug. p. 1318): 'De partu virgineo: Sol — maris'. 'De natali Christi: Natus — deum'. Fol. 90 'De oblatione Christi: Solvitur — senex'. 'De baptismo Christi: Roratur — fides'. 'De passione Christi: Fert — cruce'. 'De resurrectione Christi: Demon — ovant'. 'De ascensione Christi: Scandit — polus'. Beaug. p. 1319: 'De adventu Spiritus sancti: Expectat — fide'. 'De judicio Christi: Judex — foco'. 'De omnibus gradibus Christi: Natus — totum'. Darauf folgen 8 Distichen, ebenfalls aus dem Floridus aspectus, 'De partu B. Mariae virginis: Aaron — sapor'. Beaug. p. 1312. Dann (fol. 90') aus der Aurora des Petrus Riga, 'De Job, Noe et Daniele: Tres — honor'. Beaug. p. 1315, vergl. Hauréau, Mél. p. 11. Fol. 91 'De 4 evangelistis: Tange — ovis'. Beaug. p. 1317, vergl. Hauréau p. 13. Fol. 91' 'Descriptio cujusdam nemoris: Dirige — homo'. Beaug. p. 1188 mit 'Erige'. Auch in der Handschrift von St. Omer (Arch. VIII, 408) als Schluss des Floridus aspectus. Hauréau, Not. et Extr. XXIX, 2, 245–247. Fol. 94 'De ortu et morte pueri monstruosi: Uxor — agit'. Beaug. p. 1368, ebenfalls von Petrus Riga, s. Hauréau, Mél. p. 138.

Fol. 94' 'De morte hominis, fere et anguis: Forte — olet'. Beaug. p. 1368. Von Petrus Riga, s. Hauréau, Mél. p. 139. Fol. 95 'Epitaphium cujusdam nomine Clari: Anchora — pati'. 'Epit. cujusdam abbatisse: Cui — deo'. 'Epit. cuj. magistri: Sidera — aque'. Beaug. p. 1323. Vermuthlich auch von Petrus Riga, s. Hauréau, Mél. p. 24. Nicht gefunden habe ich das folgende

Epitaphium cujusdam religiosi.

Vexillum fidei, populi candela, sophie
  Pulvinar, laudis summa vir iste fuit.
Sic ejus mores natura polivit ad unguem,
  Ut vix ipsa suam credere posset opus.
Inde tamen dubitans secum volvebat, an esset
  Iste vir ejus opus, quem tot honesta replent,
Et vix agnoscens hominem quem fecerat inquit:
  'Fenix quam feci, sola sit absque pare.'
Ter geminos sol in geminis compleverat ortus,
  Cum mentita fuit fama perisse virum.

Vermuthlich sind es Schularbeiten, da nirgends Namen genannt werden.

Hierauf folgt das vielleicht von Petrus Riga herrührende Epitaph des Bischofs Peter von Poitiers († 1115) 'Virtutes — virum'.

Beaug. p. 1321, s. Hauréau, Mél. p. 16. Dann kommt eine seltsame Spielerei, worin der Name 'Stefanus' mit rothen Buchstaben achtmal wiederholt wird, gerichtet an die Braut eines Königs, d. h. an eine Nonne, deren Eintritt in ein Kloster mit guten Wünschen begleitet wird. Dieses war vielleicht dem h. Stephan gewidmet. Die Verse lauten:

Summa Tibi rEquies: Faci At beNe rex tibi VeruS,
Stille T de cElis Flatus sAcri boNa VirtuS,
Semina Tuta sEras, Fructus Auge Ndo salVbreS.
Sanes Te rEcte, Flamm As vitaNdo VoranteS,
Sponsaque Tu rEgis FlammascAs igNe salVtiS,
Scandas eTern E bene Fulgid A regNa qVietiS,
Semper eT obtinEas Felici A muNera lVciS.
Salve To sEmper, Fugi At loNge tVus hostiS.

Damit ist nun das Ende der eingeschobenen Blätter erreicht, und nach dem Schluss des vorher mitgetheilten Gedichts folgen fol. 100' 'Versus domni Ruelendi archiepiscopi ad Sannetem Capuanum archiepiscopum. Passio sancti Stephani protomartiris: Salve festa dies — preces'. Sennes, wie er sonst genannt wird, wurde 1097 Erzbischof von Capua und starb 1118. Der Verfasser aber wird der Erzbischof Roland von Dol sein, welcher 1093 nach Rom kam, von Urban II. das Pallium erhielt, aber von Erzbischof Radulf von Tours, der sein Metropolitanrecht geltend machte, angegriffen und in einen Process verwickelt wurde. Er soll 1107 gestorben sein (Gallia Christ. XIV, 1047). So erklärt es sich, dass er mit dem Erzbischof von Capua befreundet war, und zugleich, dass seine Verse in Frankreich bekannt wurden und dass sie ganz das Gepräge dieser Schule tragen. Sein Nachfolger war der durch seine Verse bekannte Balderich, welcher auch Roland's Vorgänger Johannes gefeiert hat. Diese Verse nun enthalten nicht eine Erzählung des Martyriums, sondern Betrachtungen darüber; wir finden auch darin die beliebten drei Substantiva, welchen drei ebenso zusammengestellte Praedicate folgen, und die Versuchung liegt nahe, ihm mehrere der namenlosen Gedichte zuzutheilen. Aber wir dürfen nicht vergessen, dass es eine Schulmanier ist, die nicht für den einzelnen Dichter charakteristisch ist. Deshalb unterlasse ich auch die Mittheilung dieser Verse, welche nicht schlechter, aber auch nicht besser sind, als viele andere.

Hieran schliesst sich fol. 102 'Versus de Joseph et fratribus ejus. Cum natura — amore puer'. Beaug. p. 1312, hier aber unvollständig, aus der Aurora des Petrus Riga, s. Hauréau, Mél. p. 10. Dann 'Comparatio de incarnatione Domini: Sol, cristallus — deum'. Beaug.

p. 1332, vergl. Hauréau p. 47. Von Hildebert, aber hier stehen nur die ersten 6 Verse.

Fol. 103 'Dat magus — opus'. 2 Distichen über die h. 3 Könige; mit der Überschrift 'Versus Cenomannensis episcopi'. Nach dem Expl. folgt noch: 'Lux nova tres movit, mens una trium tria vovit'. Unter dem Namen des Abtes Philipp herausgegeben von Chamart p. 802, Migne CCIII, 1395.

Hier folgt nun zunächst 'Quid thus — agit' von Petrus Riga, ein in den Floridus aspectus aufgenommenes Stück der Aurora, Beaug. p. 1316, vergl. Hauréau, Mél. p. 71; 'De triplici domo[1] justorum: Trina — dei'. Von demselben, p. 1316, aus Floridus aspectus. Dann (fol. 103') 'Versus de rota fortunę: Singula — homo'; bei Migne 171, 1456 aus den Werken des Abtes Philipp. Auch Hauréau, Mél. p. 169, vermuthet, dass sie von Hildebert sind.

Hierauf folgen (fol. 104) Stücke, welche aus einem grösseren Gedichte zu stammen scheinen, das ich aber vergeblich gesucht habe. Sie erinnern an die Kosmographie des Bernardus silvestris, in der sie aber nicht vorkommen. Da sie nicht von grossem Umfange sind, mögen sie hier Platz finden.

De natura operis in quantitate rerum et qualitate.

Exuerat species rerum presentia veris,
Pingebat natus singula nata decor.
Naturę maturat opus clementior auster,
Scemate festivo[2] se labor ipse juvat.
Consultas trahit illa manus per mille colores,
Distinguens operum semina mille modis.
Quos jubet illa modos capiunt mensura colorque,
Expromit sapor hac judice, fraglat odor.
De mensura secundum longitudinem
Excelsę frontis alnus procera superbit,
Fluctibus audaces alnus itura vias.
Ast humiles succincta comas subsidit oliva,
fol. 104'
Hostibus in mediis nomine tuta suo.
secundum latitudinem
Brachia ramorum patulo circumvenit orbe
Ulmus, in[3] his nubit vitis amica sinus.
Lenta salix spacii zona breviore ligatur,
Lenta salix, hedis, Tytire, grata tuis.

---

[1] Die Hs. hat 'dono' und ebenso auch wieder unten auf fol. 105.
[2] 'festino' Hs.
[3] 'et'?

De sapore

Purpureum viola, minium rosa spargit honorem,
Casti candoris lylia dote placent.
Narcisus pallet, croceum commendat achantus,
Jacinctum neuter inter utramque locat.
Intensa pariunt dulcedine mella saporem,
Exprimit oppositum fellis amara lues.
Hos inter fines variantur mille saporum:
Hic placet, illę negat, hic minus, ille magis.

De odore

Quis certa nare species distinguat odorum?
Subtiles sensus perderet ille labor.
Forsitan extremos caperes discrimine noto,
Distinctus horum noscio[1] certa probat.
Quem lateant nardi, cynamomi, thuris odores:
Fetida nominis est nota pudore sui,
Sed medios scrutare gradus, sed nomina pone,
Sed nexus aperi: naris acuta negat.
Quo numero crescant, quo distent calle, fatiscit
Lingua loqui, sensus stat rationis inops.

Dann (fol. 105) 'De triplici domo hominum: Trina — supernum'. Beaug. p. 1353, vergl. Hauréau, Mél. p. 102. Von Hildebert, aber ebenfalls ohne allen Grund unter den Werken des Abtes Philipp gedruckt. Ebenso verhält es sich mit dem folgenden 'Quod parum valeant artes sine pecunia: Moribus — bonis', welches aber ausserdem auch in die lateinische Anthologie gerathen ist, s. Hauréau, Mél. p. 55. Dann Verse über die Nichtigkeit des Leibes und seiner Beschwerden, wo nur zu bemerken ist, dass das hier erwähnte Auspressen des Öles aus Nüssen nach dem mittleren Frankreich weist. Ferner noch Verse über den Tod in gereimten Hexametern.

De vilipendenda carnis molestia.

Marcet flos, aret rivus, quassatur harundo,
Flos bruma, sole rivus, harundo nothis.
Radix viva, perhennis fons, immobilis arbor
Hostibus in mediis dampna minora ferunt,
Non perit a nivibus radix, non uritur estu
Fons, nec in arboreo robore turbo valet.
fol. 105' Quid velit hic sermo, quid nota vocabula rerum,
Consule: clauditur his[2] res aliena modis.

[1] Dieses Wort statt 'notio' finde ich nur aus den Ann. Corb. zu 1147 (S. 60 Jaffé) angemerkt.

[2] 'hic' Hs.

Naturam carnis denunciat omne caducum,
Firmior in rebus gratia, spiritus est.
Labentis firmare gradum, fulcire ruinam,
Sistere decursus: perditur iste labor.
Certat in oppositum, quem rerum transitus, ordo
Naturę, legum lex sine lege rapit.
Interitus carnis si quem deterret inermem,
Exul Adam meriti noverit esse sui.
Exulat a vita mors, nox a luce, salutis
Langor eget, nescit gaudia[1] leta dolor.
Mors fecunda nimis, nox umbre prodiga, langor
Peste, dolor lacrimis, tempora nostra tenent.
Quod prope, quod meritum, quod notum quodque necesse est,
Quę frons, quę ratio tollere posse putat?
Quo me Clotho vocat, et quo Lachesis trahit, aut quo
Atropos exire cogit, abire vetas?
Sed fessam reparare licet, relevare cadentem:
Hoc fomenta parant, hoc medicina facit.
Des[2] animę pocius medicum, fomenta, levamen,
Quę mendicat opem, saucia, fessa, ruens.
Verberibus grana mundantur; ut uva laborat,
Vina fluunt, oleum nux nisi pressa, parit.
Inter pressuras carnis reparatur imago
Celica;[3] dum cadit hęc, erigit illa caput.
Job pollens opibus, grege dives, prole beatus,
Dampnosę sortis preda statutus ovat.
Verberibus verber, ferro superadditur ignis:
Cum dampnis rerum gloria carnis obit.
Sub stimulo Sathanę Paulus, sub Herode laborat
fol. 106 Petrus: utrumque mare vexat, utrumque[4] Nero.
Qui sitit hos calices, a frigore liber et estu
Nec dampno rerum flet nec amore stupet.

Versus cujusdam clerici.

Omnia mors equat, mors omnibus una vagatur,
Mors á principio vite postrema minatur.
Quicquid habet natura potens, quicquid fabricatur,

---

[1] 'guadia' Hs.
[2] 'Das' Hs.
[3] 'Calica' Hs.
[4] 'utramque' Hs.

Mors perimit, mors debilitat, mors depopulatur.
Mors homines sine lege ruens detrudit ab esse,
Detrusosque semel numquam producit ad esse.
Machina destruitur, junctura perit numerorum
Corporis et mentis, rupta compage duorum.
Exteritur nodus, quem sic natura ligarat,
Scinditur in partes, quod in unum consociarat.
Pars abit in cineres nec ab una sede movetur,
Pars abit in lucem, qua nulla mole tenetur.
Altera pars heret, pars evolat altera sursum,
Non tardante suum terreno carcere cursum.
Altera pars moritur, fruitur pars altera vita,
Tractibus ethereis proprioque decore potita.
Induitur quod erat, procul omni labe remota,
Dum fuit in terris letheo flumine pota.
Othereę lucis notos ingressa penates,
Simplicis assumit naturę commoditates.
Astra videns sedesque poli mirata supernas,
Fert nimis indignę cecas habitasse cavernas.
§ Mors furit et mortis se mancipat omne furori,
Nil debens morti, mors facit omne mori.
Mors indiscrete majora minoribus equat:
Omnia mors equa conditione necat.

Hierauf folgt das sehr bekannte und verbreitete Gedicht Hildebert's: 'Versus de mala femina: Plurima — vacant'. Hauréau, Mél. p. 109, aber mit verschiedenen Varianten. Dann (fol. 107) zwei mir nicht bekannte Gedichte, eine Klage über die Beschwerden des Winters, und ein Lob des Sommers. Jenes aber ist zugleich eine Klage über die Armuth und gehört, obgleich in Distichen geschrieben, zur Vagantenpoesie, wo der fehlende oder dürftige Pelz eine grosse Rolle spielt. Es würde ganz gut gefallen, wenn nicht die unerträglichen Antithesen mit der sprachwidrigen Verschränkung der Wörter es verleidete.

De peste hiemis.

Tempus iners mea membra quatit, mens obruta torpet,
Horret bruma, rigent pectora, sensus hebet.
Sensus hebet, cum bruma viam claudit, negat, aufert:
Ingenii rivos sistere bruma potest.
fol. 107' Nam toga rara mihi, vestis mea pervia vento,
Sibilat aura cutem, sibilus iste premit.

Palla mihi, sed palliolum, nam fibula, pellis,
  Limbus, rupta, vetus, turpis, adheret ei.
Nulla mihi pellis circumflua subvenit estu,
  Non me pellis ope torrida zona tenet.
Sic ne mihi fortuna favet, dat, subvenit? immo
  Hęc necat, hec aufert, hec nocet atra mihi.
Ubera Trazoni sua porrigit, ubera lactis,
  Copia fecundat: ubera Trizo[1] bibit.
Ergo jubet, paretur; amat, fruitur; rogat, haurit;
  Pulsat, init; pugnat, opprimit; obit,[2] obest.
Hic stabulum, digitos, corpus, caput, implet, inaurat,
  Colligit, ornat, equis, jaspide, veste, mitra.
Stat, premor; est, non sum; surgit, labor; capit, opto;
  Vicit, cedo; valet, vileo; vendit, emo.
Vendit, letatur, lucratur: emo, fleo, perdo;
  Dives, opimus, habens, pauper, egenus, inops.
Veste domat brumam, laxat vim frigoris igne,
  Vendicat estatem vestis et ignis ei.
Cum solis faciem contristant pallia noctis,
  Nocturnusque venit tingere carbo diem,
Artifici sole tenebras illuminat, aulam
  Stellat candelis, provocat arte diem.
Nocte diem pandit et noctem luce serenat,
  Est oblita sui nox, sine nocte nitens.
Hora monet cenam, discumbitur: intima bachum
  Fundit cella, pluit larga coquina dapes.
Non hic bachus iners, non hunc effeminat hospes
  Fagus, sed recipit aureus hospes eum.

De grato ortu estatis.

Cessit hiems, spirant zephiri, clementia veris
  Ridet et in partum germinat omnis humus.
Quod strinxit boreas, lascivior aura resolvit,
  Quodque ligarat hiemps, sol movet, humor alit.
Gutture vernat avis, pubescit gramine pratum,
  Arva satis, vitis palmite, fronde nemus.
Astrologis celum ver temperat, equora nautis,
  Ver aperit terrę viscera clausa prius.

1 Der Name an beiden Stellen verschieden, vermuthlich nur ein erfundener.
2 [illegible], obesse cupit.

Auch das folgende Gedicht 'Quomodo elemosina non debet dari pro humana laude: Flos claustri — era sonant' ist wohlgemeint, und meines Wissens ungedruckt, mag aber in seiner Verborgenheit bleiben. Es folgt darauf ein längeres Gedicht (18 Distichen) 'Ad invidos', welches ich schon in der oben erwähnten Schrift zum Andenken an JULIEN HAVET mitgetheilt habe (Indicio — placet). Der Verfasser feiert darin den Ruhm, die Fama, wodurch allein der Dichter fortleben könne. Er habe sich deshalb an die Musen gewandt, die er am Castalischen Quell gelagert fand; sie geben ihm aus dem Quell zu trinken und Calliopea bekränzt ihn mit Lorbeer. Seitdem ist er ein Vates, und seine Gedichte gefallen der Welt, während andere unbeachtet bleiben. Mit hohem Selbstgefühl verhöhnt er seine Neider und Gegner. Sein Ruhm ist schon über die Alpen gedrungen, die Höhen des Colosseum hat der Klang seines Namens überstiegen, Rom liest ihn, er wird dem Virgil oder Homer gleich sein: 'Non sub nube jacet, quod tibi, Roma, placet'. Aber leider hat er sich nicht genannt, und die holperigen, oft ungrammatischen Verse erwecken nicht die Zuversicht, dass sein Können der grossen Selbstgefälligkeit entsprochen habe.

Dann (fol. 108', ein Stück davon auf einem eingelegten Blatt gleichzeitig nachgetragen) 'Versus de divitiis mundi labentibus: Illecebre mundi — sociata piorum', leoninische Hexameter, die abzudrucken nicht lohnt. Am Schluss heisst es:

Hec bene discernens Rannulfus conscius horum,
Carne triumphata, tritto[1] laqueo vitiorum,
Sustulit á tenebris sichen[2] ad convexa polorum,
Qua fruitur requie turbis sociata piorum.

Dasselbe ist mit der Bezeichnung als Epitaph unten fol. 135' noch einmal geschrieben.

Hierauf (fol. 110') 'Oratio: Me miserum — flecti', von Marbod, Beaug. p. 1574, vergl. Hauréau, St. Bern. p. 19. Dann fol. 111 die bekannte Klage Hildebert's 'Nuper eram — ero', ausdrücklich bezeichnet als 'Versus Cenomanensis episcopi'. Beaug. p. 1344, Hauréau, Mél. p. 82. Von demselben fol. 112' 'Versus de destructione Romę: Par — fide' mit der Antwort 'Responsio urbis Rome: Cum — polum'. Neu gedruckt von Hauréau, Mél. p. 60 und 64. Dann kommen fol. 113, mir sonst nicht bekannt, 'Versus de sancta Susanna', die Beschuldigung der Priester und Daniels Einrede: 'Ad nostram — pena suam'. Weiterhin fol. 131' dieselbe Geschichte 'Hactenus arrisit — crucem' wie bei Beaug. p. 1233

---

[1] Statt 'trito'.
[2] D. i. psychen.

von Petrus Riga nach Hauréau. Die Behandlung ist ganz verschieden; es wird wohl ein beliebtes Thema für Schularbeiten gewesen sein.

Fol. 115' die nicht minder beliebte Geschichte von der ungerecht verdächtigten Frau 'Rarius in terris — iste cadat' wie bei Migne CLXXI, 1453, auch mit dem kleinen Vorwort in Prosa. Es folgen aber hier in der Antwort der Frau auf das Distichon (p. 1455):

Si tamen infamet scabies me criminis hujus,
  Hic meus ex morbo publica dampna feret.

noch die dort fehlenden Verse:

Si culper, ledunt istum contagia culpę:
  Vulgo curruca nam solet esse jocus.
Currucam ridere solet lascivia vulgi,
  Curruce nomen postulat iste sibi.

Sie sind merkwürdig wegen des seltenen Wortes 'curruca' = cocu. Auch dieses Gedicht war ohne allen Grund dem Abt Philipp zugeschrieben, dann aus der Ausgabe von Chamart in die Sammlung der Werke Hildebert's aufgenommen, von Hauréau aber dem Floridus aspectus des Petrus Riga zugewiesen, Mél. p. 165–167. — Hierauf (fol. 118) ein Epitaph des sehr gefeierten Erzbischofs Sanson oder Samson — auch hier wechseln beide Formen — von Reims, der am 21. September 1161 starb:

Epytaphium Sansonis archiepiscopi.

Hauriat urceolus noster de fonte liquorem
  Incendatque novus pectora nostra calor.
Samsonis namque titulos temptat, cupit, audet
  Tangere Clio, loqui lingua, notare stilus.
Hunc patrię fecere patrem miracula morum.
  Hunc virtus mater fovit honorque pater.
Hic fidei virtus, virtutum lucifer, orbis
  Sol, urbis radius, juris amator erat.
Pauperibus fecunda manus sua munera fudit,
  Divitibus sterilis munera nulla tulit.
Leta salus inopi tristisque procella tiranno,
  Presulis hinc gessit, consulis inde jubar.
Inter opes animi nituit prudentia cujus,
  Adjuvit vultum lingua loquendo vigens.
Inter opes carnis satis huic arrisit honorum
  Gloria, quam mundo Gallia tota canit,
Quodque magis nostra probat ętas, inter honores
  Obstupuit fastus non habuisse locum.

Samsonis nomen loquitur Samsonis honore:
Sanctus, id est firmus, vocis origo sonat.
Si tamen interiit extinctus lucifer orbis,
He res virtutum dampna priora levant:
Ex patrui radice nepos nova germina profert,
Pro Samsone viget Stephanus, ergo regat.

Dieses mit dem Lobe des von ihm gewünschten Nachfolgers verbundene Epitaph ist, so viel ich weiss, ungedruckt; es folgen aber darauf 5 Distichen (Tange — precor) aus dem Lobgedicht, mit welchem Petrus Riga seinen Floridus aspectus dem Erzbischof Samson zugeeignet hat. Auch diese sind von Chamart unter dem Namen des Abtes Philipp herausgegeben, aber Hauréau, Mél. p. 1–7, hat die richtige Beziehung nachgewiesen. Hierauf folgt fol. 118' das 'Epitaphium Urbani pape: Hic vivens — tegit', Chamart p. 801, Labbe, Thes. Epit. p. 123, Migne CCIII, 1392, Watterich I, 620; fol. 118' das 'Epitaphium Ivonis: Reddidit — deus', Chamart p. 801, Labbe p. 107, Migne p. 1393, Henschen, Acta SS. Mai. V, 248.

Auf fol. 119 fehlen die Überschriften, welche der Rubricator versäumt hat; es ist aber leicht zu erkennen, dass die folgenden Epitaphien, d. h. Schularbeiten über bedeutende Todesfälle, nicht wirkliche Grabschriften, dem Bischof Peter von Poitiers gelten, den der Graf Wilhelm von Poitiers, Herzog von Aquitanien, aus seinem Bisthum verjagt hatte, weil er ihn wegen seines sehr liederlichen Lebenswandels und seiner cynisch frechen, gänzlich unbussfertigen Äusserungen in den Bann that. Der Bischof blieb standhaft und starb im Elend, wie man früher sagte, d. h. von seinem Sitz vertrieben, am 4. April 1115. Schon bei seinen Lebzeiten erzählte man von Wundern, die er verrichtet habe, und bald wurde er als Heiliger verehrt. Ihm gelten die folgenden Verse, im geziertesten Schulstil: 'Vitam — Petrus', die ebenfalls als Werk des Abtes Philipp S. 803 und danach bei Migne CLXXI, 1455, bei Labbe S. 116, gedruckt sind.

Die folgenden drei Distichen 'Cura — tibi' könnte man sich versucht fühlen, auf denselben Bischof zu beziehen, wenn sie nicht von sehr früher Zeit her als Epitaphium Senecae bekannt wären, Anthol. Lat. ed. Riese n. 667, vergl. Hauréau, Mél. p. 140. Auch diese sind dem Abte Philipp zugeschrieben. Weiter eine Klage um den Tod des bretonischen Grammatikers Riguallo, der mir sonst nicht bekannt ist:

Urbe magister erat Riguallo Britannus in ista,
Grammaticus, retor, dialecticus atque sophista.
Dum studium floret, mors emula, mors inopina,

Aggreditur juvenem: studii ruit ille ruina.
fol. 119' Intulit hanc mundo Quintilis perditionem,
Nonam post decimam jam sole tenente leonem.
Prosit in octava vati facundia docto,
Cuius epytaphium finitur versibus octo.

Es folgen noch mehr Epitaphien mit noch künstlicheren Reimen, leider aber ohne viel concrete Beziehungen:

Epitaphium Guillelmi.

Flos, decor immensus, facundia, copia, sensus,
Marcet, fuscatur, tacet, interit, adnichilatur.
Flos patrię, decus ęcclesie, facundia cleri,
Pauperibus spes atque cibus doctrinaque veri,
Consilium, laus, auxilium regimenque decorum
Semper eras, quantum poteras, Guillelme, tuorum.

Epitaphium Arnulfi.

Quod caro sit cenum, quod mundi gloria fenum,
Ipse probat finis, nam caro cuncta cinis.
Cujus rugitu siluit patrię furor hujus,
Nunc, Arnulphę, jaces, nunc, leo magne, taces.
Morte tua gaudent reus, exlex, et scelus audent:
Orphanus et vidua flent sibi morte tua.
Cleri defensor, vita Cato, dogmate censor,
Ornabas legem laude Deique gregem.
In cujus cura dum staret prepositura,
Pacis letitia floruit ęcclesia.
Heu gravis erumpna! cleri decus atque columpna
Et cadit et moritur et cinis efficitur,
Junius in nona cum staret luce corona.

Wir müssen uns damit begnügen zu erfahren, dass Arnulf Probst war und am 9. Juni gestorben ist; auf Wilhelm aber, vermuthlich denselben, folgt noch ein Epitaph, wo er als Pariser, von Herkunft Normanne, bezeichnet wird. Dieses (Gallia — polus) ist wieder von Chamart p. 801 dem Abte Philipp zugeschrieben und von Migne CCIII p. 1393 wiederholt.

Ebenfalls als Lehrer wird Theoderich gefeiert, gebürtig aus der Bretagne, mit dem Beinamen Asinus, weil er die süsse Last der Weisheit trug. Begraben ist er in Chartres.

Epitaphium Theoderici.

Morti vita serit, hec spargit, colligit illa;
Mors et nulla serit, et sata queque metit.
Grana legit, paleas abigit, zizania nescit,
Egregios perdit, de grege nullus obit.
Ceca rosam, non vult saliuncam mors: perit istę,
Nam rosa, non pereo[1] nam saliunca nocens.
Desolata rosam dumeta queruntur abesse:
Discipulis questum transfero, doctor abest.
Doctor abest, asinus cognomine, non quia durus,
Sed quia doctrinę dulce ferebat onus.
Jheronimus, Leo, Gregorius, translata coherens,
Dictans, exponens, tres erat ore trium.
De tenebris lucem, de fumo contulit ignem,
In levitate brevis, in brevitate levis.
Prohdolor in morte totius sol latet artis,
Pallet rethoricus sole latente color.
Urna, locus, fama, brevis, angustus, vaga, corpus.
Morte, situ, laude, comprimit, artat, agit.
Emicuit nato Britannia, risit alumpno
Gallia, Carnotis corpore, queque suo.

Dann 'Epitaphium magistri Petri. Lucifer — fide', gedruckt nach Chamart bei Migne CCIII, 1393. Hierauf (fol. 120'):

Epitaphium Luxoviensis episcopi.

Luxovium plora, quia fit plorabilis hora,
Nam patris interitus publicus est gemitus.
Publicus est jure[2], quia rexit publica pure,
Non adhibens aliam, quam docet ordo viam.
Sol erat in cancro: leo surgit, et iste sub antro:
Surgit in axe leo, surgit et iste Deo.

In den Löwen tritt die Sonne am 18. Juli, und ich finde in dieser Zeit in der Gallia Christiana keinen Bischof von Lisieux, auf den diese Bezeichnung passt. Gislebert I., wegen seiner astronomischen Kenntnisse gefeiert, starb im August 1101; Johann I. aber, als gelehrt gepriesen, starb am 21. Mai 1141.

[1] Die Hs. hat hier einen Punkt, nicht nach 'rosa', gegen den Sinn, denn die Rose ist ja gestorben. Wenn nun auch diese Lesung allenfalls möglich ist, so ist doch 'pereo' sehr seltsam.

[2] In der Hs. steht 'uere', aber von gleichzeitiger Hand ist 'iure' darüber geschrieben, welches der Reim fordert.

Das 'Epithaphium magistri Lamfranci Vixisti — abit' gilt dem bekannten, 1089 gestorbenen Erzbischof, und ist gedruckt bei Labbe p.108, bei Migne CCIII, 1393 aus Philipp's Werken p.802.

Dann folgt ein Bischof von Bayeux:

Epitaphium Bajocensis episcopi.

Sicut prerutilat violis rosa, lucifer astris,
Omni tincture purpura, gemma vitro,
Sic Bajocensis[1] lux et decus esse videtur
Pontificum, qui sunt in regione sua.
Hunc persona virum designat, vultus honestum,
Prudentemque status, simplicitasque pium.
Res fortuna dedit, mores natura benignos,
Imperium probitas, nomina magna genus.
Quam largus, quis philosophus, quantumque disertus
Sit, sumptus ejus, carmina, sermo docent.
Ecclesiam, mores, fastidia[2], cuncta serenat,
Consecrat, expellit, pace, pudore, joco.
Hic quandoque jocos juvenis, semperque pudorem
Presul amat, sic est cum gravitate levis.
Grata simul levitasque joci gravitasque pudoris:
Hęc est ętatis, pectoris illa sacri.
Non habet hic hostem, quia non facit unde sit hostis,
Sed cunctos et amat et fovet: inde favor.
Qualem describo, vicinus, fama, remotus
Non alium cernit, nunciat, audit eum.

Obgleich die Überschrift die Verse als Epitaph bezeichnet, ist der Bischof doch augenscheinlich noch am Leben. Er war ein fröhlicher Herr, der auch selbst Verse gedichtet hatte, von denen wir aber keine Kunde haben. Vielleicht war es der 1133 gestorbene Richard II.

Das fol. 121 folgende 'Epitaphium regum Jherusalem Gentibus — penus' ist wieder dem Abt Philipp zugeschrieben und aus dessen Werken gedruckt bei Migne CLXXI, 1455; Labbe p.96. Es ist eine kurze Lobpreisung der ersten Könige Gottfried und Balduin. Merkwürdig ist das darauf folgende

Epitaphium regis Anglici.

Angli, Normanni, Cenomannis, trina potestas
Hujus erant: rex, dux et comes istę fuit.

[1] 'Bainocensis' Hs.
[2] 'fastigia' Hs. Da 'expellit joco' damit zu verbinden ist, ist die Änderung nothwendig.

Hujus opes multę, comitatus multus, habebant
Nec sua gens numerum, nec sua dona modum.
Pace, cruore, metu, patriam, vicina, remotos,
Fovit, possedit, sollicitos tenuit.
Dux, eques, orator, disponere doctus in armis,
Strenuus in causis, ingeniosus erat.
Dum rex forte feras in silvis appetit arcu,
fol. 121' Nescius in regem spicula misit eques.

Merkwürdig sind diese Verse, weil damit nur der am 2. August 1100 erschossene König Wilhelm II. gemeint sein kann, über den man sonst nicht leicht ein lobendes Wort findet.

Das folgende recht schöne Epistaph Heinrich's I. (Anglia nunc — cadit) ist aus der Sammlung der Werke des Abts Philipp gedruckt bei Labbe p. 104, bei Migne CCIII, 1394, der es auch schon aus Beaugendre p. 1367 unter Hildebert's Werken CLXXI, 1444 aufgenommen hatte. Hauréau (Mél. p. 135) ist geneigt, es dem Abte Philipp zuzuschreiben. Aus derselben Quelle ist das 'Epitaphium decani Aurelianensis: Corruit ęcclesie sponsus — (fol. 122) cadit'. Migne CCIII, 1394, Labbe p. 85. Er wird gepriesen als strenger Handhaber der Gerechtigkeit, und wurde, wie Graf Carl von Flandern, deshalb ermordet. Im Abdruck ist v. 8 statt 'vis perit' zu lesen 'jus perit' — gerade das Gegentheil. Genannt wird er nicht, aber mit den gefeiertsten alten Römern verglichen.

Fol. 122 'Epitaphium abbatis Clarevallis: Clare sunt — deum', auf St. Bernhard, nach Chamart bei Labbe p. 86, Migne CLXXI, 1456, ist verschiedenen Verfassern zugeschrieben; Hauréau (Mél. p. 169) ist geneigt es dem Abt Philipp zu geben.

Hierauf folgen noch einige mir sonst nicht bekannte Stücke; zuerst auf einen Abt Rainald, ohne jede nähere Bestimmung, und die Andeutung 'cujus thus nomen adumbrat' ist mir leider unverständlich.

fol. 122 Epitaphium Rainaldi abbatis.

Aurea mens, argentea vox, virtutis acumen,
Furca mali, morum lux, Rainaldus obit.
Cujus opus florem, cujus thus nomen adumbrat,
Exprimit, exaltant dicta vel acta virum.
Exhominatur homo sintomate mortis, iniqua
Corporis et mentis mors diafragma facit.
Mors nimium voluit, minimum valuit, minus egit,
Ausa nimis multum velle, valere parum.
Dampnum diminuit dampnosa, nichil morienti
Officit, inde bonam se facit unde mala.

A pedica carnis animam decarcerat, heret
Sola solo deses, tendit ad astra syches[1].
Sola solo residet caro, sed cognata revisit
fol. 122' Spiritus[2] astra, locum portio queque suum.

De Theoderico Flandrie domino.

Nutu Samsonis, assensu fulta Leonis,
Emicat ymnisonis pagina tota bonis.
Scribere dispono, scribendo laude corono,
Quem meditante bono, dat sua fama throno.
Tango ducis vitam Flandrensis ubique peritam,
Ad bona queque citam, pacis in arce sitam.
Flandria dulcis ave, jam nunc sapis omne suave,
Ausa prius prave, sola cavenda cave.
Olim rapta deo, nimio compluta lieo,
Errasti: taceo cetera, flenda fleo.
Turba ruens fanum subiit, molita profanum,
Cum scelus insanum muniit ense manum.
Perdere fraus Karolum potuit turbę, quia solum,
Nube tacente[3] polum, nocte juvante dolum.
Morte vagus Karoli tibi defuit incola soli,
Hujus alumpna doli, non satis apta coli.
Sanguine ceca truce, sine juris eras vaga luce,
Lapso lapsa duce, non nisi digna cruce.
Dux novus expavit, stabili te pace beavit,
Immundam lavit, factus ad arma David.
Hoc scelus exemit, hic factis facta redemit,
Hic adversa premit, hunc plaga queque tremit.
Undique cesareis sua splendet fama tropheis,
Est quasi virga reis, anchora factus eis.
Mitis alit mites, sua nescit curia lites.
Flandria ne dubites: hoc duce tota nites.
Sanior incedis, latet omnis mentio cedis,
Crederis et credis, ad bona prima redis.
Jam nec deliram nec de te predico diram,
fol. 123 Jam nescis iram, tange jocosa liram.
Dux valeat tecum, tractet de munere mecum,
Dignus, ut est equum, det mihi finis equum.

---

[1] D. h. Psyche.
[2] 'Christus' Hs.
[3] ob 'tegente'?

De Sibilla Flandrię domina.

In nova stillaret Elycon, sed stat, sitit, aret,
Nec color apparet, qui metra digna paret.
Exhaustus sitio, sitienti consule Clio.
Consulis, incipio, queque scienda scio.
Scribitur, exploro dominam qua scripta coloro,
Quam dignam memoro regis ubique thoro.
Quippe decens natu, formę satis apta paratu,
Aptior affatu, corpore, mente, statu,
Omni facta rei, sol mundi, stella diei,
Lux, via, dux fidei, Flandria servit ei.
Clara stirpe sata, nitet omni dote beata:
Arrident fata dantque foventque data.
Imperat elatis, servit servire paratis,
Spes miseris, gratis grata, pudica satis.
Flebile nil egit, partus sine crimine degit,
Docta legenda legit, vota regendo regit.
Artes molita, studiis data, lege perita,
Sexus oblita, vivere novit ita.
Vernat opum flore, sed opum non marcet amore.
Danda dat ex more, nescia dando more.

De Philippo amborum filio.

Omnia percurrens, ubi se natura locaret,
In solo statuit cuncta placere sibi:
Omnia postponens in te, Philippe, quievit,
Plenius arridens distulit esse tua.
Naturam fortuna juvat, favet hec, fovet illa:
Ut decet illa genus, illa ministrat opes.
fol. 123' Vive potens, felix, tutus, patre, matre, nepote:
Qui valet est quasi tres, trinus honore trium.
Hoc patet: Andegavis illo nitet, Anglia floret,
Pictavis exultat consule rege duce.
Singulorum gaudio conserventur singuli,
Patre matre filio pax firmetur populi.

Gefeiert wird hier der Graf Dietrich vom Elsass, welcher nach der schrecklichen Ermordung des Grafen Karl von Flandern in der Kirche des h. Donatianus in Brügge am 2. März 1127 die Herrschaft über Flandern gewann und bis an seinen Tod 1164 rühmlich behauptete. Veranlasst ist das Lobgedicht durch Samson, ohne Zweifel den Erzbischof von Reims, dem wir schon oben begegneten, und es

hat den Beifall des Leo, was doch wohl ein Personenname sein wird, den ich aber nicht zu deuten weiss. Die Sprache ist ungeschickt und oft dunkel, schlechter als viele der früheren Verse. Der Verfasser bezeichnet sich hier deutlich genug als einen der damals so häufigen fahrenden Sänger, indem er zum Dank für seine Leistung auf ein Pferd hofft.

Es schliesst sich daran das Lob der Gräfin Sibylla, Tochter des Grafen Fulco von Anjou, und ihres Sohnes und Nachfolgers Philipp. Bei diesem ist in seltsamer Weise die Verwandschaft angegeben, wo neben Anjou auch England und Poitou erscheinen. Der 'nepos' ist nämlich König Heinrich II. von England, Sohn von Sibyllens Bruder Gottfried, und Erbin von Poitou dessen Gemahlin Alienor, die nach der Scheidung von König Ludwig VII. von Frankreich sich 1152 mit ihm vermählte.

Hierauf folgen nun zwei wohlbekannte und zwei neue Dichtungen 'de excidio Trojae'. Zuerst 'Viribus — hectorea', schon bei Leyser gedruckt, dann besser herausgegeben von Du Méril, Poésies populaires antérieures au XIIe siècle, p. 400, ausführlich besprochen von Hauréau, Mél. p. 160–165. Es wird in der Chronik Richard's von Poitiers einem sonst unbekannten Dichter Peter von Saintes zugeschrieben.

Dann (fol. 125) 'Fervet — aris' von Petrus Riga, neu gedruckt im Neuen Archiv XVII, 381. Hierauf die beiden mir bis jetzt unbekannten, zuerst 'Alea fortunę — pigra quieti' in leoninischen Hexametern, nicht ungeschickt gemacht, aber ich glaube doch nicht verantworten zu können, diese Schularbeit, welche keine weitere Berühmtheit erreicht hat, hier abzudrucken. Zuerst wird berichtet, wie Paris die Helena entführte, wie Menelaus die Griechen zum Feldzug bewog, ausführlicher dann die Geschichte von der Chryseis, der Pest, der Briseis, und wie Thetis Jupiter gewinnt, Juno aber zornig wird. Jupiter jedoch verweist sie zur Ruhe,

Tunc epulando dei rapiunt superesse diei,
Corpora dehinc leti prosternunt pigra quieti.

Damit endigt schon diese Geschichte; es folgen (fol. 128) mit derselben Überschrift 'Item versus de excidio Troję' wieder leoninische Hexameter 'Post rabiem rixę — soporis'. Sie schliessen sich nicht etwa an die vorhergehenden an, sondern berichten von Ulysses, der nach zehnjähriger Irrfahrt den Tiresias befragt, und die Auskunft erhält, dass seine Lieben noch am Leben sind, aber bedrängt durch die Freier. Penelope, die ihre Tugend bewahrt, muss sich als Nähterin (acu) ihren Unterhalt verschaffen, und Telemachus leidet in Dürftigkeit. Ulysses wird es sehr bedenklich, wovon er denn künftig leben

soll, und daran knüpft sich ohne innere Verbindung eine Schilderung der Herrlichkeit von Troja und seines jetzigen Elends, der Strafe für seine Liederlichkeit.

Talia cum memorem nequeo cohibere dolorem,
Quin ego te plorem, cum de te, Troja, perorem.
Sed jam membra thoris dare nox monet, hora soporis.

Also auch wieder ein Fragment ohne eigentlichen Abschluss. Bemerkenswerth ist die Vertrautheit mit der alten mythischen Geschichte, und zugleich die sehr freie Behandlung derselben.

Dann (fol. 130') die schon oben S. 145 erwähnte Bearbeitung der Geschichte von der Susanna (Hactenus — crucem) von Petrus Riga, innerhalb deren fol. 131' eine andere, nur scheinbar jüngere Hand einsetzt und bis zum Schluss fortfährt. Darauf fol. 134 'Versus de passione et resurrectione et ascensione Christi et de apostolis. Est locus ex omni medium quem credimus orbe — credentibus amen'. Fol. 135 'Versus magistri Petri Abellardi (gleichzeitig geändert in Abeilardi) de santa Maria. Lux orientalis — geniture', gedruckt in dessen Werken ed. Cousin (1849) I, 330.

Fol. 135' 'Item versus de Sancta Maria. Stella maris — gehenne' von Marbod nach Beaugendre p. 1559. Darauf das schon oben S. 145 erwähnte 'Epitaphium cujusdam. Illecebrę — piorum'. Hierauf (fol. 136') von etwas anderer gleichzeitiger Hand die folgenden Verse auf den Schreiber Ludwig (s. oben S. 125), die ich, obgleich schon von Pertz, aber mit einem das Metrum verderbenden Fehler im 9. Vers, abgedruckt, hier wiederhole.

Circiter octennem Ludovice tui genitores
  Te vovere Deo, sanctos ut discere mores
Dum puer inciperes, animosius hos retineres.
  Sic Altimontis intra penetralia gliscens,
Et factus juvenis, et quę sunt commoda discens.
  Ergo magistrorum ne sit spes cassa tuorum,
Effice scribendo vel amore vicem referendo.
  Est á te scriptus hic codex atque ligatus,
Unde tuis aliis sit scriptis annumeratus,
  Nec figas metas tua scribere dum valet ętas.

Endlich auf der ersten Seite des letzten Blattes, von der zweiten Hand der Handschrift, wie es scheint, das Epitaphium eines 1132 gestorbenen Ehrenmannes, vermuthlich eines Freundes des Klosters, und seiner ihn lange überlebenden Gemahlin Fagela. Bedauerlich ist der metrische Fehler im 12. Vers.

Epythaphium Raineri de Thrit.

Hic Rainere jaces, de Trit cognomine dictus,
Nente tua Lachesi lux procerumque decus.
Militię cultu, generis splendore, nepotum
Turba, conjugio, prole beatus eras.
Prudens consilio, fidus fidentibus in te,
Á te progenitis gloria perpes eris.
Fagela par genere, morum quoque nobilitate,
Dignam se tanto prodidit esse viro.
Nam cum vivendi tibi facta fuisset eclypsis,
Non est passa tuum degenerare thorum,
Sed gemitu turtur et simplicitate columba,
In precibus vivens ales utraque fuit,
Et sicut talami servarat federa casti,
Sic voluit tumulo juncta jacere tuo.
Sed via longa, labor, estas, et gleba caloris
Impatiens, vota přepedíere pia.
Nunc Abrahę Sareque sinu foveatur uterque,
Indulgente Deo quod male gessit homo.
Cum Rainerus obit, centum cum mille fuisse
Annos a Christo, testor et octo quater.

Register der Versanfänge.

Ausgegeben am 21. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.

IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

21. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

1. Hr. SACHAU las über die Stellung der Christen im Muhammedanischen Privatrecht.

2. Hr. DIELS legte den X. Band der Commentaria in Aristotelem graeca (Simplicii in Aristotelis Physicorum Lib. IV posteriores Comm. ed. H. DIELS) vor.

Ausgegeben am 28. Februar.

1895.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

21. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Frobenius las über endliche Gruppen.

2. Hr. C. Klein legte eine Arbeit des Hrn. Dr. Hermann Traube vor über das optische Drehvermögen von Körpern im krystallisirten und im flüssigen Zustande.

3. Hr. von Bezold legte eine Studie des Hrn. Dr. Willy Wien vor über die Gestalt der Meereswellen.

Die Mittheilungen 1 und 2 folgen umstehend, die 3. wird in einem späteren Stücke erscheinen.

4. Hr. Möbius berichtete, dass er von dem Zoologen Dr. L. Plate einen Brief aus Punta Arenas (vom 26. December 1894) erhalten habe, worin wiederum vier Kisten mit gesammelten Thieren angemeldet wurden. Diese sind nun eingetroffen und enthalten vortrefflich conservirte Seethiere, meist 10–25 Faden tief bei Calbuco in der Nähe der Nordspitze von Chiloe gesammelt, und das Skelet, das Nest und die Eier einer grossen Entenspecies (*Micropterus cinereus*). Von Punta Arenas wird sich schliesslich Hr. Dr. Plate nach den Falklands-Inseln begeben und dann nach Europa zurückkehren, um hier die Bearbeitung des von ihm gesammelten Materiales auszuführen.

Über endliche Gruppen.

Von G. Frobenius.

In der Theorie der endlichen Gruppen betrachtet man ein System von Elementen, von denen je zwei, A und B, ein drittes AB erzeugen. Über die Operation, durch welche AB aus A und B hervorgeht, wird nur vorausgesetzt, dass sie folgenden Bedingungen genügt (vergl. meine Arbeit *Neuer Beweis des Sylow'schen Satzes*, Crelle's Journal Bd. 100.) Sie soll sein

1. eindeutig. Ist $A = A'$ und $B = B'$, so ist $AB = A'B'$.
2. eindeutig umkehrbar. Ist $AB = A'B'$, so ist jede der beiden Gleichungen $A = A'$, $B = B'$ eine Folge der anderen.
3. associativ, aber nicht nothwendig commutativ. Es ist also $(AB)C = A(BC)$, aber im Allgemeinen nicht $AB = BA$.
4. begrenzt in ihrer Wirkung, so dass aus einer endlichen Anzahl der gegebenen Elemente durch beliebig oft wiederholte Anwendung der Operation nur eine endliche Anzahl von Elementen erzeugt wird.

Aus diesen Voraussetzungen folgt, dass es unter den betrachteten Elementen eins und nur eins giebt, das Hauptelement, das der Bedingung $E^2 = E$ genügt, und dass zu jedem Elemente A ein und nur ein reciprokes A^{-1} existirt, das die Gleichungen $AA^{-1} = A^{-1}A = E$ befriedigt.

Ich werde nach dem Vorgange von Dedekind durch die Gleichung

$$\mathfrak{A} = A + B + C + \cdots$$

ausdrücken, dass die Elemente $A, B, C, \cdots$ zu einem Complexe $\mathfrak{A}$ zusammengefasst werden, und durch die Gleichung

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{A} + \mathfrak{B} + \mathfrak{C} + \cdots,$$

dass die Complexe $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ zu einem weiteren Complexe $\mathfrak{H}$ vereinigt werden. Damit ein Complex völlig bestimmt sei, muss von jedem seiner Elemente bekannt sein, wie oft es darin vorkommt. In der Regel aber sieht man bei der Betrachtung der Complexe von der Vielfachheit der Elemente ab. Unter der Ordnung eines Complexes versteht man daher die Anzahl der verschiedenen Elemente, die in

dem Complex enthalten sind. Ich betrachte hier nur endliche Complexe, d. h. solche von endlicher Ordnung. Ein Complex $\mathfrak{B}$ heisst durch einen anderen $\mathfrak{A}$ theilbar oder $\mathfrak{A}$ in $\mathfrak{B}$ enthalten, wenn jedes Element von $\mathfrak{A}$ auch in $\mathfrak{B}$ vorkommt, während nicht ausgeschlossen ist, dass ein bestimmtes Element in $\mathfrak{A}$ öfter als in $\mathfrak{B}$ enthalten ist. Die Ordnung von $\mathfrak{A}$ ist nicht grösser als die von $\mathfrak{B}$. Zwei Complexe heissen gleich, wenn jeder durch den anderen theilbar ist.

Durchläuft A alle Elemente des Complexes $\mathfrak{A}$ und B die von $\mathfrak{B}$, so durchläuft AB einen Complex, den ich mit $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ bezeichne. Besteht $\mathfrak{B}$ nur aus einem Elemente B, so bezeichne ich $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ auch durch $\mathfrak{A}B$. Ist

$$\mathfrak{A} = A_1 + A_2 + \cdots + A_r, \qquad \mathfrak{B} = B_1 + B_2 + \cdots + B_s,$$

so ist

$$\mathfrak{A}\mathfrak{B} = A_1\mathfrak{B} + A_2\mathfrak{B} + \cdots + A_r\mathfrak{B} = \mathfrak{A}B_1 + \mathfrak{A}B_2 + \cdots + \mathfrak{A}B_s.$$

Aus dem associativen Gesetze für die Elemente ergiebt sich das entsprechende für die Complexe

$$(\mathfrak{A}\mathfrak{B})\mathfrak{C} = \mathfrak{A}(\mathfrak{B}\mathfrak{C})$$

und damit die Möglichkeit Potenzen zu bilden. Die Operation, durch die $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ aus $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ hervorgeht, ist eindeutig, aber nicht eindeutig umkehrbar, genügt also den Bedingungen 1., 3. und 4., aber nicht der Bedingung 2. Nur wenn $\mathfrak{C}$ aus einem Elemente C besteht, folgt aus $\mathfrak{A}C = \mathfrak{B}C$ durch Multiplication mit C^{-1}, dass $\mathfrak{A} = \mathfrak{B}$ ist. Aus einer endlichen Anzahl von Elementen kann man, wenn man von der Vielfachheit absieht, auch nur eine endliche Anzahl von Complexen bilden.

§. 1.

Ein Complex $\mathfrak{G}$ heisst eine Gruppe, wenn $\mathfrak{G}$ durch $\mathfrak{G}^2$ theilbar ist. Gehört das Element G der Gruppe $\mathfrak{G}$ an, so ist

$$(1.) \qquad \mathfrak{G}G = \mathfrak{G} \quad , \quad G\mathfrak{G} = \mathfrak{G},$$

und folglich ist $\mathfrak{G}^2 = \mathfrak{G}$. Das Hauptelement E bildet für sich allein eine Gruppe $\mathfrak{E}$, die Hauptgruppe. Jede Gruppe enthält das Hauptelement und ferner zu jedem Elemente A auch das reciproke A^{-1}. Besteht daher umgekehrt eine der beiden Gleichungen (1.), so gehört das Element G der Gruppe $\mathfrak{G}$ an.

Nach der Bedingung 4. bilden die Potenzen eines beliebigen endlichen Complexes $\mathfrak{A}$ eine Reihe $\mathfrak{A}, \mathfrak{A}^2, \mathfrak{A}^3, \cdots$, deren Glieder sich periodisch wiederholen, von einem bestimmten Gliede an, das aber nicht das erste zu sein braucht. Ist $\mathfrak{A}^{r+s}$ der erste dieser Complexe, der einem früheren $\mathfrak{A}^r$ gleich ist, so sind unter allen Potenzen von $\mathfrak{A}$ nur

die ersten $r+s-1$ verschieden, und es ist $\mathfrak{A}^\rho = \mathfrak{A}^\sigma$, wenn $\sigma-\rho$ durch s theilbar ist und ρ und $\sigma \geqq r$ sind. Ist t durch s theilbar und $r \leqq t < r+s$, so ist $(\mathfrak{A}^t)^2 = \mathfrak{A}^t$, also ist $\mathfrak{A}^t = \mathfrak{A}^{t+t} = \mathfrak{A}^{2t+t} = \cdots$ eine Gruppe, und dies ist die einzige Gruppe, die eine Potenz von $\mathfrak{A}$ ist. Die Potenz von $E+\mathfrak{A}$, die eine Gruppe ist, ist die Gruppe kleinster Ordnung, die durch den Complex $\mathfrak{A}$ theilbar ist, und wird die von den Elementen des Complexes $\mathfrak{A}$ oder von dem Complexe $\mathfrak{A}$ selbst erzeugte Gruppe genannt.

Ist $\mathfrak{G}$ eine Gruppe, und sind R und S irgend zwei Elemente, so haben die beiden Complexe $\mathfrak{G}R$ und $\mathfrak{G}S$ entweder kein Element gemeinsam oder alle, da der Complex $\mathfrak{G}R$ nach (1.) ungeändert bleibt, wenn man R durch irgend ein anderes seiner Elemente GR ersetzt. Im letzteren Falle ist RS^{-1} in $\mathfrak{G}$ enthalten, und R und S heissen aequivalent (mod. $\mathfrak{G}$). Ist die Gruppe $\mathfrak{G}$ in der Gruppe $\mathfrak{H}$ enthalten, so besteht $\mathfrak{H}$ aus einer Anzahl verschiedener Complexe

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{G}H_1 + \mathfrak{G}H_2 + \cdots + \mathfrak{G}H_n,$$

von denen nicht zwei ein Element gemeinsam haben. Sind g und h die Ordnungen von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$, so ist $h = gn$ (Satz von LAGRANGE). Bezeichnet man den Complex $H_1+H_2+\cdots H_n$ mit $\mathfrak{H}_0$, so ist $\mathfrak{H} = \mathfrak{G}\mathfrak{H}_0$. Die Elemente H_1, H_2, $\cdots H_n$ des Complexes $\mathfrak{H}_0$ bilden nach dem Modul $\mathfrak{G}$ ein vollständiges System nicht aequivalenter Elemente oder kürzer ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$. Jedes einzelne, wie H_1, kann durch jedes andere Element des Complexes $\mathfrak{G}H_1$ ersetzt werden.

Ist $\mathfrak{G} = G_1+G_2+\cdots+G_r$ eine Gruppe der Ordnung r, so ist $\mathfrak{G}\mathfrak{G} = \mathfrak{G}G_1+\mathfrak{G}G_2+\cdots+\mathfrak{G}G_r$. Da jeder dieser r Complexe gleich $\mathfrak{G}$ ist, so sind von den r^2 Elementen des Complexes $\mathfrak{G}^2$ je r einander gleich. Sind $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ zwei Gruppen, so bilden alle Elemente, die $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gemeinsam haben, eine Gruppe $\mathfrak{D}$, die der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ genannt wird. Seien d, $a = rd$, $b = sd$ die Ordnungen von $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$, sei

$$\mathfrak{A} = A_1\mathfrak{D}+\cdots+A_r\mathfrak{D} = \mathfrak{A}_0\mathfrak{D}, \qquad \mathfrak{B} = \mathfrak{D}B_1+\cdots+\mathfrak{D}B_s = \mathfrak{D}\mathfrak{B}_0,$$
$$\mathfrak{A}_0 = A_1 + \cdots + A_r \qquad , \qquad \mathfrak{B}_0 = B_1+\cdots+B_s.$$

Dann ist $\mathfrak{A}\mathfrak{B} = \mathfrak{A}_0\mathfrak{D}\mathfrak{D}\mathfrak{B}_0$. Da der Complex $\mathfrak{D}\mathfrak{D}$ jedes Element von $\mathfrak{D}$ genau $d$mal enthält, so enthält $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ jedes Element von

$$\mathfrak{A}_0\mathfrak{D}\mathfrak{B}_0 = \mathfrak{A}\mathfrak{B}_0 = \mathfrak{A}_0\mathfrak{B}$$

$d$mal. Die $\frac{ab}{d}$ Elemente von $\mathfrak{A}\mathfrak{B}_0$ sind unter einander verschieden. Denn sind A und A' zwei (gleiche oder verschiedene) Elemente von $\mathfrak{A}$ und B und B' zwei Elemente von $\mathfrak{B}_0$, und ist $AB = A'B'$, so gehört $B'B^{-1} = A'^{-1}A$ sowohl der Gruppe $\mathfrak{A}$ als auch der Gruppe $\mathfrak{B}$ an,

ist also ein Element D von $\mathfrak{D}$. Ist aber $B' = DB$, so ist $\mathfrak{D}B' = \mathfrak{D}B$, also $B' = B$. Denn zwei verschiedene Elemente von $\mathfrak{B}_0$ sind (mod. $\mathfrak{D}$) verschieden. Mithin ist auch $A' = A$.

Die von dem Complexe $\mathfrak{A}+\mathfrak{B}$ (oder auch $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$) erzeugte Gruppe $\mathfrak{C}$ heisst das kleinste gemeinschaftliche Vielfache der beiden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$. Die Gruppe $\mathfrak{C}$ muss die $\frac{ab}{d}$ verschiedenen Elemente des Complexes $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ sämmtlich enthalten. Daher ist ihre Ordnung $c \geqq \frac{ab}{d}$, oder es ist

$$cd \geqq ab. \tag{2.}$$

Damit $cd = ab$ sei, ist nothwendig und hinreichend, dass $\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$ ist, dass also der Complex $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ eine Gruppe ist. Diese Gruppe enthält auch alle Elemente des Complexes $\mathfrak{B}\mathfrak{A}$, und da dessen Ordnung $\frac{ba}{d}$ ist, so ist $\mathfrak{B}\mathfrak{A} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$, oder die beiden Complexe sind mit einander **vertauschbar**. Ist umgekehrt $\mathfrak{A}\mathfrak{B} = \mathfrak{B}\mathfrak{A}$, so ist

$$(\mathfrak{A}\mathfrak{B})^2 = \mathfrak{A}(\mathfrak{B}\mathfrak{A})\mathfrak{B} = \mathfrak{A}(\mathfrak{A}\mathfrak{B})\mathfrak{B} = \mathfrak{A}^2\mathfrak{B}^2 = \mathfrak{A}\mathfrak{B},$$

also ist $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ eine Gruppe, und folglich ist $\mathfrak{A}\mathfrak{B} = \mathfrak{C}$. Es ergiebt sich so der Satz:

I. *Sind a und b die Ordnungen der beiden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$, und ist d die Ordnung ihres grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}$, so enthält der Complex $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ genau $\frac{ab}{d}$ verschiedene Elemente und jedes Element d mal. Der Complex $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ ist stets und nur dann eine Gruppe, wenn $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ vertauschbar sind. Ist c die Ordnung des kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen $\mathfrak{C}$ der Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$, so ist $cd \geqq ab$, und es ist stets und nur dann $cd = ab$, also $\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$, wenn $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ vertauschbar sind.*

Im letzteren Falle ist $\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}_0 = \mathfrak{A}_0\mathfrak{B}$. Die Elemente $B_1, B_2, \cdots B_s$, die ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{B}$ nach dem Modul $\mathfrak{D}$ bilden, bilden zugleich ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{C}$ nach dem Modul $\mathfrak{A}$. Zunächst sind sie (mod. $\mathfrak{A}$) verschieden. Denn wäre $B_1B_2^{-1}$ in $\mathfrak{A}$ enthalten, so wäre dies Element, da es zugleich der Gruppe $\mathfrak{B}$ angehört, in $\mathfrak{D}$ enthalten. Wenn man ferner die Gleichung

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{D}B_1 + \mathfrak{D}B_2 + \cdots + \mathfrak{D}B_s \tag{3.}$$

links mit $\mathfrak{A}$ multiplicirt, so erhält man

$$\mathfrak{C} = \mathfrak{A}B_1 + \mathfrak{A}B_2 + \cdots + \mathfrak{A}B_s. \tag{4.}$$

Ist $\mathfrak{G}$ eine Gruppe und R irgend ein Element, so ist auch $R^{-1}\mathfrak{G}R$ eine Gruppe. Sie heisst der Gruppe $\mathfrak{G}$ **ähnlich** oder mit $\mathfrak{G}$ **conjugirt**. Sind $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ zwei Gruppen von den Ordnungen a und b, so bleibt der Complex $\mathfrak{A}R\mathfrak{B}$ ungeändert, wenn R durch irgend ein

anderes seiner Elemente ARB ersetzt wird. Zwei Complexe $\mathfrak{A}R\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{A}S\mathfrak{B}$ haben daher entweder kein Element gemeinsam oder alle. Im letzteren Falle heissen R und S nach dem Doppelmodul $(\mathfrak{A}, \mathfrak{B})$ aequivalent (vergl. meine Arbeit *Über die Congruenz nach einem aus zwei endlichen Gruppen gebildeten Doppelmodul*, CRELLE's Journal Bd. 101, und DEDEKIND, *Zur Theorie der Ideale*, Göttinger Nachrichten 1894). Um die Ordnung des Complexes $\mathfrak{A}R\mathfrak{B}$ zu bestimmen, ordne ich jedem seiner Elemente X ein Element $R^{-1}X$ des Complexes $(R^{-1}\mathfrak{A}R)\mathfrak{B}$ zu. Da $R^{-1}\mathfrak{A}R$ eine Gruppe ist, so ist die Ordnung dieses Complexes $\frac{ab}{d}$, wo d die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors der Gruppen $R^{-1}\mathfrak{A}R$ und $\mathfrak{B}$ ist. Da nun bei jener Zuordnung zwei gleichen Elementen X und Y zwei gleiche Elemente $R^{-1}X$ und $R^{-1}Y$ entsprechen, und zwei verschiedenen Elemente zwei verschiedene, so ergiebt sich der Satz:

II. *Sind a und b die Ordnungen der beiden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$, so enthält der Complex $\mathfrak{A}R\mathfrak{B}$ genau $\frac{ab}{d}$ verschiedene Elemente und jedes $d$mal, falls d die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors der beiden Gruppen $R^{-1}\mathfrak{A}R$ und $\mathfrak{B}$ (oder $\mathfrak{A}$ und $R\mathfrak{B}R^{-1}$) ist.*

Sind $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ zwei Untergruppen einer Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung h, so zerfallen die Elemente von $\mathfrak{H}$ nach dem Doppelmodul $(\mathfrak{A}, \mathfrak{B})$ in Complexe

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{A}H_1\mathfrak{B} + \mathfrak{A}H_2\mathfrak{B} + \cdots + \mathfrak{A}H_m\mathfrak{B},$$

von denen nicht zwei ein Element gemeinsam haben. Dann bilden $H_1, H_2, \cdots H_m$ ein vollständiges System nicht aequivalenter Elemente oder ein vollständiges Restsystem der Gruppe $\mathfrak{H}$ nach dem Doppelmodul $(\mathfrak{A}, \mathfrak{B})$. Ist d_μ die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors der beiden Gruppen $H_\mu^{-1}\mathfrak{A}H_\mu$ und $\mathfrak{B}$, so besteht der Complex $\mathfrak{A}H_\mu\mathfrak{B}$ aus $\frac{ab}{d_\mu}$ verschiedenen Elementen, und folglich ist

$$(5.) \qquad \frac{h}{ab} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \cdots + \frac{1}{d_m}.$$

Wir brauchen diese Formel namentlich für den Fall, wo $\mathfrak{B}$ aus allen Elementen von $\mathfrak{H}$ besteht, die mit $\mathfrak{A}$ vertauschbar sind. Da $\mathfrak{B}$ eine durch $\mathfrak{A}$ theilbare Gruppe ist, so ist, wenn H_1 dem Hauptelemente aequivalent ist, der Complex $\mathfrak{A}H_1\mathfrak{B} = \mathfrak{A}\mathfrak{B} = \mathfrak{B}$, besteht also aus allen Elementen von $\mathfrak{H}$, die mit $\mathfrak{A}$ vertauschbar sind. Folglich enthält keiner der anderen Complexe ein solches Element. Wenn also $\mu > 1$ ist, so ist $H_\mu^{-1}\mathfrak{A}H_\mu$ von $\mathfrak{A}$ verschieden.

Ist die Gruppe $\mathfrak{H}$ durch die Gruppe $\mathfrak{G}$ theilbar, und ist $\mathfrak{G}$ mit jedem Elemente H von $\mathfrak{H}$ vertauschbar,

$$\mathfrak{G}H = H\mathfrak{G}, \qquad H^{-1}\mathfrak{G}H = \mathfrak{G},$$

so heisst $\mathfrak{G}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Seien g und $h = gn$ die Ordnungen von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$, und sei

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{G}H_1 + \mathfrak{G}H_2 + \cdots + \mathfrak{G}H_n.$$

Ist dann A irgend ein Element von $\mathfrak{H}$, so ist der Complex $\mathfrak{G}A$ einem und nur einem dieser n verschiedenen Complexe $\mathfrak{G}H_\nu = \mathfrak{G}_\nu$ gleich. Sind $\mathfrak{G}A$ und $\mathfrak{G}B$ zwei (verschiedene oder gleiche) dieser n Complexe, so ist $(\mathfrak{G}A)(\mathfrak{G}B) = \mathfrak{G}(A\mathfrak{G})B = \mathfrak{G}(\mathfrak{G}A)B = \mathfrak{G}AB$, also wieder einer jener n Complexe. Der Complex, welcher das Hauptelement enthält, ist gleich $\mathfrak{G}$. Zu jedem Complexe $\mathfrak{G}A$ gehört ein anderer $\mathfrak{G}A^{-1}$, der die Bedingung $(\mathfrak{G}A)(\mathfrak{G}A^{-1}) = \mathfrak{G}$ erfüllt, und der erhalten werden kann, indem man jedes Element GA von $\mathfrak{G}A$ durch das reciproke $A^{-1}G^{-1} = G'A^{-1}$ ersetzt. Aus der Gleichung $(\mathfrak{G}A)(\mathfrak{G}C) = (\mathfrak{G}B)(\mathfrak{G}C)$ ergiebt sich durch Multiplication mit $\mathfrak{G}C^{-1}$, dass $\mathfrak{G}A = \mathfrak{G}B$ ist. Die Complexe $\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \cdots \mathfrak{G}_n$, als neue complexe Elemente betrachtet, genügen daher nicht nur den Bedingungen 1., 3. und 4., sondern auch der Bedingung 2., und bilden folglich eine Gruppe der Ordnung n. Diese bezeichnet man mit $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$, nennt sie einen Factor von $\mathfrak{H}$, und man sagt, $\mathfrak{H}$ sei aus den beiden Gruppen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ und $\mathfrak{G}$ zusammengesetzt, $\mathfrak{H} = \frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}} \cdot \mathfrak{G}$ (C. Jordan, *Sur la limite de transitivité des groupes non alternés.* Bull. de la Soc. Math. de France, tome I; Hölder, Math. Ann. Bd. 34, S. 35). Diese Art der Composition zweier Complexe ist nicht mit der oben definirten zu verwechseln, bei der Complexe mit gleichartigen Elementen multiplicirt wurden. Die beiden Gruppen $\mathfrak{H}$ und $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ sind schon an sich gleich (meroedrisch isomorph), nur betrachtet man in der Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ als Elemente nicht die ursprünglichen n Elemente, sondern die n Complexe $\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \cdots \mathfrak{G}_n$. Durch das Zeichen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}} \cdot \mathfrak{G}$ wird also nur ausgedrückt, dass jedes der n complexen Elemente von $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ wieder in die g ursprünglichen Elemente, aus denen es besteht, aufgelöst werden soll.

Der Begriff der Factorgruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ macht den des meroedrischen oder eines noch allgemeineren (Capelli, *Sopra l'isomorfismo dei gruppi di sostituzioni,* Battaglini G. XVI.) Isomorphismus überflüssig. Statt diese Begriffe einzuführen, hat man die Sätze aufzustellen:

III. *Entspricht jedem Elemente $A, B, C, \cdots$ einer Gruppe $\mathfrak{H}$ ein Element $A', B', C', \cdots$ einer Gruppe $\mathfrak{H}'$ so, dass stets $A'B' = C'$ ist, wenn $AB = C$ ist, so bilden die Elemente von $\mathfrak{H}$, denen das Hauptelement von $\mathfrak{H}'$ entspricht, eine Gruppe $\mathfrak{G}$, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist, und die Gruppen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ und $\mathfrak{H}'$ sind isomorph.*

IV. *Lassen sich die Elemente A, B, C, $\cdots$ einer Gruppe $\mathfrak{H}$ in Complexe eintheilen, und die Elemente A', B', C', $\cdots$ einer Gruppe $\mathfrak{H}'$ in entsprechende Complexe, so dass stets AB und $A'B'$ entsprechenden Complexen angehören, wenn dies mit A und A' und mit B und B' der Fall ist, so ist der Complex $\mathfrak{G}$ von $\mathfrak{H}$, der das Hauptelement enthält, eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, und dasselbe gilt von dem entsprechenden Complexe $\mathfrak{G}'$ von $\mathfrak{H}'$, die Gruppen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ und $\frac{\mathfrak{H}'}{\mathfrak{G}'}$ sind isomorph, und in ihnen reducirt sich jeder Complex auf ein Element.*

Seien $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ zwei Gruppen, $\mathfrak{C}$ ihr kleinstes gemeinschaftliches Vielfache und $\mathfrak{D}$ ihr grösster gemeinsamer Divisor. Ist $\mathfrak{A}$ mit jedem Elemente B von $\mathfrak{B}$ vertauschbar, so ist $\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$, und weil $\mathfrak{A}$ auch mit jedem Elemente von $\mathfrak{A}$ vertauschbar ist, so ist $\mathfrak{A}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{C}$. Nun ist $B^{-1}\mathfrak{D}\mathfrak{B}$ der grösste gemeinsame Divisor von $B^{-1}\mathfrak{A}B = \mathfrak{A}$ und $B^{-1}\mathfrak{B}B = \mathfrak{B}$, also gleich $\mathfrak{D}$, und mithin ist $\mathfrak{D}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{B}$. Ist in der Gleichung (3.) $\mathfrak{D}B_1 \cdot \mathfrak{D}B_2 = \mathfrak{D}B_3$, so ist auch $\mathfrak{A}B_1 \cdot \mathfrak{A}B_2 = \mathfrak{A}B_3$. Folglich sind die beiden Gruppen $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{A}}$ und $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{D}}$ holoedrisch isomorph (vergl. WEBER, *Elliptische Functionen*, §. 53, 4).

V. *Ist die Gruppe $\mathfrak{A}$ mit jedem Elemente der Gruppe $\mathfrak{B}$ vertauschbar, und ist $\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$ das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$, so ist der grösste gemeinsame Divisor $\mathfrak{D}$ von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{B}$, und die beiden Gruppen $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{A}}$ und $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{D}}$ sind holoedrisch isomorph.*

Auf diesen Satz gestützt, definire ich durch die Gleichung

$$\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{A}} = \frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{A}} = \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{D}} \tag{6.}$$

das Zeichen $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{A}}$ auch für den Fall, wo die Gruppe $\mathfrak{A}$, ohne nothwendig ein Theiler von $\mathfrak{B}$ zu sein, mit jedem Elemente von $\mathfrak{B}$ vertauschbar ist.

Der specielle Fall dieses Satzes, wo $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ beide invariante Untergruppen von $\mathfrak{C}$ sind, bildet die Grundlage für den Beweis des Satzes: Wenn eine Gruppe zwei verschiedene Reihen der Zusammensetzung hat, so sind die aus der einen Reihe entspringenden Factorengruppen, abgesehen von der Aufeinanderfolge, den aus der anderen Reihe entspringenden holoedrisch isomorph (HÖLDER, a. a. O. S. 37). Beim Beweise benutzt HÖLDER, im Anschluss an C. JORDAN und NETTO an Stelle des obigen Satzes das Theorem:

VI. *Ist jede der beiden theilerfremden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ mit jedem Elemente der andern vertauschbar, so ist jedes Element von $\mathfrak{A}$ mit jedem von $\mathfrak{B}$ vertauschbar.*

§. 2.

Aus den in §. 1 entwickelten allgemeinen Sätzen ergeben sich zahlreiche Folgerungen, von denen ich hier einige zusammenstelle.

I. *Ist* $\mathfrak{A}$ *eine invariante Untergruppe der Gruppe* $\mathfrak{H}$, *sind a und h die Ordnungen von* $\mathfrak{A}$ *und* $\mathfrak{H}$, *und sind a und* $\frac{h}{a}$ *theilerfremd, so ist jede Untergruppe von* $\mathfrak{H}$, *deren Ordnung ein Theiler von a ist, ein Divisor von* $\mathfrak{A}$. *Daher enthält* $\mathfrak{H}$ *nur eine einzige Untergruppe der Ordnung a, und diese besteht aus allen Elementen von* $\mathfrak{H}$, *deren Ordnung in a aufgeht.*

Denn sei $\mathfrak{B}$ eine Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung b in a aufgeht. Da $\mathfrak{A}$ mit jedem Elemente von $\mathfrak{H}$ vertauschbar ist, so sind die beiden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ vertauschbar. Sind also c und d die Ordnungen ihres kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen $\mathfrak{C}$ und ihres grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}$, so ist $cd = ab$. Da $\mathfrak{H}$ durch $\mathfrak{C}$ theilbar ist, so ist $\frac{h}{a}$ durch $\frac{c}{a}$ theilbar. Ferner ist a durch b, also auch durch $\frac{b}{d}$ theilbar. Daher ist $\frac{c}{a} = \frac{b}{d}$ ein gemeinsamer Divisor von $\frac{h}{a}$ und a, also gleich 1. Mithin ist $b = d$, und die Gruppe $\mathfrak{B} = \mathfrak{D}$ ist ein Divisor von $\mathfrak{A}$.

Ist z. B. p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung h einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, so enthält $\mathfrak{H}$ eine Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α. Die mit $\mathfrak{A}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{A}'$, deren Ordnung $p^\alpha q$ ein Divisor von h ist. Da $\mathfrak{A}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{A}'$ ist, und q nicht durch p theilbar ist, so ist nach dem obigen Satze jede in $\mathfrak{A}'$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^β ein Divisor von $\mathfrak{A}$, und die Gruppe $\mathfrak{A}$ besteht aus allen Elementen von $\mathfrak{A}'$, deren Ordnung eine Potenz von p ist (Sylow, *Théorèmes sur les groupes de substitutions*, Math. Ann. Bd. 5, S. 585.) Ist also H ein mit $\mathfrak{A}'$ vertauschbares Element von $\mathfrak{H}$, so muss die in $H^{-1}\mathfrak{A}'H = \mathfrak{A}'$ enthaltene Gruppe $H^{-1}\mathfrak{A}H = \mathfrak{A}$ sein, weil $\mathfrak{A}'$ nur eine Gruppe der Ordnung p^α enthält. Die Gruppe $\mathfrak{A}'$ kann folglich, wenn sie von $\mathfrak{H}$ verschieden ist, nie eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ sein.

II. *Ist* $\mathfrak{A}$ *eine invariante Untergruppe von* $\mathfrak{B}$ *und* $\mathfrak{B}$ *eine invariante Untergruppe von* $\mathfrak{C}$, *sind a und b die Ordnungen von* $\mathfrak{A}$ *und* $\mathfrak{B}$, *und sind a und* $\frac{b}{a}$ *theilerfremd, so ist* $\mathfrak{A}$ *auch eine invariante Untergruppe von* $\mathfrak{C}$.

Denn sei C irgend ein Element von $\mathfrak{C}$. Da $\mathfrak{A}$ eine Untergruppe von $\mathfrak{B}$ ist, so ist auch $C^{-1}\mathfrak{A}C$ eine Untergruppe von $C^{-1}\mathfrak{B}C = \mathfrak{B}$. Nach I. enthält aber $\mathfrak{B}$ nur eine Untergruppe der Ordnung a. Mithin ist $C^{-1}\mathfrak{A}C = \mathfrak{A}$.

Sei allgemeiner in der Reihe der Gruppen $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots \mathfrak{G}, \mathfrak{H}$ jede eine invariante Untergruppe der folgenden. Sind dann a und $\frac{g}{a}$

theilerfremd, so ist $\mathfrak{A}$ auch eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Sind auch a und $\frac{h}{a}$ theilerfremd, so enthält $\mathfrak{H}$ nur eine einzige Untergruppe der Ordnung a. Diese ist durch jede Untergruppe von $\mathfrak{H}$ theilbar, deren Ordnung ein Theiler von a ist, und besteht aus allen Elementen von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung in a aufgeht.

III. *Ist p die kleinste in g aufgehende Primzahl, und ist $f \leqq p$, so ist eine Untergruppe der Ordnung g von einer Gruppe der Ordnung fg stets eine invariante.*

Die Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $h = fg$ enthalte eine Untergruppe $\mathfrak{G}$ der Ordnung g. Bilden $H_1, H_2, \cdots H_m$ ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$ (modd. $\mathfrak{G}, \mathfrak{G}$), so ist

$$f = \frac{h}{g} = \frac{g}{d_1} + \frac{g}{d_2} + \cdots + \frac{g}{d_m},$$

wo d_μ die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors der Gruppen $\mathfrak{G}$ und $H_\mu^{-1}\mathfrak{G}H_\mu$ ist. Ist H_1 dem Hauptelemente aequivalent, so ist $d_1 = g$. Jede der Zahlen $\frac{g}{d_2}, \cdots \frac{g}{d_m}$ ist ein Divisor von g, also entweder gleich 1 oder $\geqq p$. Da aber $f \leqq p$ ist, so kann keine dieser Zahlen $\geqq p$ sein. Mithin ist stets $d_\mu = g$, also $H_\mu^{-1}\mathfrak{G}H_\mu = \mathfrak{G}$, und da H_μ durch jedes (modd. $\mathfrak{G}, \mathfrak{G}$) aequivalente Element ersetzt werden kann, so ist $H^{-1}\mathfrak{G}H = \mathfrak{G}$ für jedes Element H der Gruppe $\mathfrak{H}$.

Z. B. ist jede Gruppe der Ordnung $p^{\alpha-1}$, die in einer Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung p^α enthalten ist, eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$.

Ist $f < p$, so enthält $\mathfrak{H}$ nur eine Untergruppe der Ordnung g, weil f und g theilerfremd sind. Dies kann man direct so einsehen: Seien $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{G}_1$ zwei Untergruppen der Ordnung g, und seien c und d die Ordnungen ihres kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen $\mathfrak{C}$ und ihres grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}$. Dann ist $cd \geqq gg$, und weil $\mathfrak{C}$ in $\mathfrak{H}$ enthalten ist, $fg \geqq c$, also $fgd \geqq gg$ und $p > f \geqq \frac{g}{d}$. Da aber p der kleinste von 1 verschiedene Theiler von g ist, so ist $d = g$, mithin $\mathfrak{G}_1 = \mathfrak{G}$.

Aber auch der Fall $f = p$ lässt sich auf diesem Wege erledigen. Enthält $\mathfrak{H}$ nur eine Untergruppe der Ordnung g, so ist diese eine invariante. Enthält aber $\mathfrak{H}$ zwei verschiedene, $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{G}_1$, so ist $c > g$ und c durch g theilbar und ein Divisor von $h = gp$, also $c = h$ und $\mathfrak{C} = \mathfrak{H}$. Ferner ist $cd \geqq gg$, also $d \geqq \frac{g}{p}$ und $d < g$ und d ein Divisor von g, also da $\frac{g}{p}$ der grösste echte Theiler von g ist, $d = \frac{g}{p}$. Setzt man nun voraus, der obige Satz sei für Gruppen, deren Ordnung $< h$ ist, schon bewiesen, so ist $\mathfrak{D}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{G}_1$, mithin auch von ihrem kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen $\mathfrak{H}$.

Die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ hat die Ordnung p^2, es sind also je zwei ihrer Elemente vertauschbar. Daher ist $\frac{\mathfrak{G}}{\mathfrak{D}}$ eine invariante Untergruppe von $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$, folglich auch $\mathfrak{G}$ eine solche von $\mathfrak{H}$. Der damit bewiesene Satz lässt sich so verallgemeinern:

IV. *Ist die Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$, die eine Untergruppe $\mathfrak{G}$ der Ordnung ab hat, gleich anb, wo jede in a aufgehende Primzahl $<n$, jede in b aufgehende $\geqq n$ ist, so enthält $\mathfrak{G}$ eine Gruppe, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist, und deren Ordnung durch b theilbar ist.*

Seien $p, p_1, p_2, \cdots$ die verschiedenen in b aufgehenden Primzahlen, p^α die höchste Potenz von p, durch welche b theilbar ist, und $\mathfrak{P}$ eine in $\mathfrak{G}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α. Bilden dann $H_1, H_2, \cdots H_m$ ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$ (modd. $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{G}$), so ist

$$n = \frac{h}{ab} = \frac{p^\alpha}{p^{\delta_1}} + \frac{p^\alpha}{p^{\delta_2}} + \cdots + \frac{p^\alpha}{p^{\delta_m}},$$

wo p^{δ_μ} die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors der Gruppen $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}H_\mu$ und $\mathfrak{G}$ ist. Ist H_1 dem Hauptelement aequivalent, so ist $\delta_1 = \alpha$. Ist $\delta_\mu < \alpha$, so ist nach Voraussetzung $p^{\alpha-\delta_\mu} \geqq p \geqq n$, während nach der obigen Gleichung $n \geqq 1 + p^{\alpha-\delta_\mu}$ ist. Daher ist stets $\delta_\mu = \alpha$, also ist $\mathfrak{G}$ durch $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}H_\mu$ theilbar. Nun kann aber H_μ durch jedes (modd. $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{G}$) aequivalente Element ersetzt werden. Durchläuft also H alle Elemente von $\mathfrak{H}$, so ist $\mathfrak{G}$ durch jede der Gruppen $H^{-1}\mathfrak{P}H$ theilbar, mithin auch durch ihr kleinstes gemeinschaftliches Vielfache $\mathfrak{M}$, eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung durch p^α theilbar ist. Entsprechen so den Primzahlen $p, p_1, p_2, \cdots$ die Gruppen $\mathfrak{M}, \mathfrak{M}_1, \mathfrak{M}_2, \cdots$, so ist $\mathfrak{G}$ durch jede dieser Gruppen theilbar, folglich auch durch ihr kleinstes gemeinschaftliches Vielfache, eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung durch b theilbar ist.

Ist z. B. p eine in h aufgehende Primzahl, und ist $\frac{h}{p}$ durch eine Primzahl theilbar, die $\geqq p$ ist, so kann eine einfache Gruppe der Ordnung h keine Untergruppe der Ordnung $\frac{h}{p}$ besitzen.

V. *Ist p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, ist $\gamma < \alpha$, und ist $\mathfrak{C}$ eine Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung p^γ ist, so bilden die mit $\mathfrak{C}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ eine Gruppe $\mathfrak{C}'$, deren Ordnung c' die Primzahl p in einer höheren als der γten Potenz enthält. Ist c' nicht durch p^α theilbar, so enthält $\mathfrak{C}'$ mindestens eine von $\mathfrak{C}$ verschiedene Gruppe, die mit $\mathfrak{C}$ in Bezug auf $\mathfrak{H}$ conjugirt ist.*

Bilden $H_1, H_2, \cdots H_m$ ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$ (modd. $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{C}'$), so ist

$$\frac{h}{c'} = \frac{p^\gamma}{p^{\delta_1}} + \frac{p^\gamma}{p^{\delta_2}} + \cdots + \frac{p^\gamma}{p^{\delta_m}},$$

wo p^{δ_μ} die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors von $H_\mu^{-1}\mathfrak{C}H_\mu$ und $\mathfrak{C}'$ ist. Ist H_1 dem Hauptelement aequivalent, so ist $\delta_1 = \gamma$. Ist aber $\mu > 1$, so ist nach §. 1 $H_\mu^{-1}\mathfrak{C}H_\mu$ von $\mathfrak{C}$ verschieden. Wenn c' durch p^α theilbar ist, so ist nach Voraussetzung $\alpha > \gamma$. Wenn aber c' nicht durch p^α theilbar ist, so ist $\frac{h}{c'}$ durch p theilbar, und daher können der obigen Formel zufolge $p^{\gamma-\delta_2}, \cdots p^{\gamma-\delta_m}$ nicht alle durch p theilbar sein. Für mindestens einen Index μ muss folglich $\delta_\mu = \gamma$, also $\mathfrak{C}'$ durch $H_\mu^{-1}\mathfrak{C}H_\mu$ theilbar sein. Nun ist aber $\mathfrak{C}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{C}'$. Enthielte daher c' den Primfactor p nicht in einer höheren als der γten Potenz, so gäbe es nach Satz I. in $\mathfrak{C}'$ nicht mehr als eine Gruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung p^γ.

VI. *Ist die Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α theilbar durch die Gruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung p^γ, und ist $\alpha > \beta > \gamma$, so giebt es eine Gruppe $\mathfrak{B}$ der Ordnung p^β, die in $\mathfrak{A}$ enthalten ist und $\mathfrak{C}$ enthält. Ist $\mathfrak{C}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{A}$, so giebt es eine Gruppe $\mathfrak{B}$, die auch eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{A}$ ist.*

Ist die Ordnung einer Gruppe eine Potenz der Primzahl p, so ist auch die Ordnung jedes ihrer Elemente Q eine Potenz von p, etwa p^λ. Dann hat $Q^{p^{\lambda-1}} = P$ die Ordnung p, und die Potenzen von P bilden eine Untergruppe der Ordnung p.

Bilden die mit $\mathfrak{C}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{A}$ eine Gruppe $\mathfrak{C}'$ der Ordnung $p^{\gamma'}$, so ist nach V. $\gamma' > \gamma$ (vergl. auch NETTO, *Untersuchungen aus der Theorie der Substitutionengruppen*, CRELLE's Journ. Bd. 103, S. 335, Anm.). Die Gruppe $\frac{\mathfrak{C}'}{\mathfrak{C}}$ der Ordnung $p^{\gamma'-\gamma}$ enthält eine Gruppe $\frac{\mathfrak{C}_1}{\mathfrak{C}}$ der Ordnung p. Es giebt also in $\mathfrak{A}$ eine durch $\mathfrak{C}$ theilbare Gruppe $\mathfrak{C}_1$ der Ordnung $p^{\gamma+1}$, ebenso eine durch $\mathfrak{C}_1$ theilbare Gruppe $\mathfrak{C}_2$ der Ordnung $p^{\gamma+2}, \cdots$ endlich eine durch $\mathfrak{C}$ theilbare Gruppe $\mathfrak{B}$.

Eine Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α enthält ein Element P der Ordnung p, das mit jedem Elemente von $\mathfrak{A}$ vertauschbar ist: Sind zwei Elemente von $\mathfrak{A}$ einem dritten conjugirt (in Bezug auf $\mathfrak{A}$), so sind sie es auch unter einander. Daher kann man die Elemente von $\mathfrak{A}$ in Classen conjugirter Elemente theilen. Sei m ihre Anzahl, und sei A_μ ein Element der μ^{ten} Classe. Bilden die mit A_μ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ eine Gruppe der Ordnung p^{α_μ}, so besteht die μ^{te} Classe aus $p^{\alpha-\alpha_\mu}$ verschiedenen Elementen (vergl. meine Arbeit: *Neuer Beweis des SYLOW'schen Satzes*, CRELLE's Journ. Bd. 100, S. 181, [2]). Folglich ist

$$p^\alpha = p^{\alpha-\alpha_1} + p^{\alpha-\alpha_2} + \cdots + p^{\alpha-\alpha_m}.$$

Gehört das Hauptelement der ersten Classe an, so ist $\alpha_1 = \alpha$. Daher muss es noch mindestens einen Index $\mu > 1$ geben, für den $\alpha_\mu = \alpha$ ist. Dann ist A_μ mit jedem Elemente von $\mathfrak{A}$ vertauschbar, also auch jede Potenz von A_μ (Sylow, a. a. O. §. 3).

Die Potenzen von P bilden eine Gruppe $\mathfrak{P}_1$ der Ordnung p, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{A}$ ist. Ebenso hat $\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{P}_1}$ eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{P}_2}{\mathfrak{P}_1}$ der Ordnung p, also $\mathfrak{A}$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{P}_2$ der Ordnung p^2 u. s. w. Ist $\gamma < \beta < \alpha$, und ist $\mathfrak{C}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{A}$, deren Ordnung p^γ ist, so hat $\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{C}}$ eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{C}}$ der Ordnung $p^{\beta-\gamma}$, also hat $\mathfrak{A}$ eine durch $\mathfrak{C}$ theilbare invariante Untergruppe der Ordnung p^β.

VII. *Ist p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, so sind je zwei in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppen der Ordnung p^α conjugirt in Bezug auf $\mathfrak{H}$; und jede Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, ist in einer Untergruppe von $\mathfrak{H}$ enthalten, deren Ordnung p^α ist.*

Sei $\beta \leqq \alpha$, und seien $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ irgend zwei in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppen der Ordnungen p^α und p^β. Bilden $H_1, H_2, \cdots H_m$ ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$ (modd. $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}$), so ist

$$\frac{h}{p^\alpha} = \frac{p^\beta}{p^{\delta_1}} + \frac{p^\beta}{p^{\delta_2}} + \cdots + \frac{p^\beta}{p^{\delta_m}},$$

wo p^{δ_μ} die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors der beiden Gruppen $\mathfrak{A}_\mu = H_\mu^{-1}\mathfrak{A}H_\mu$ und $\mathfrak{B}$ ist. Auf der linken Seite dieser Gleichung steht eine Zahl, die nicht durch p theilbar ist. Daher können die m Glieder der rechten Seite nicht alle durch p theilbar sein. Für mindestens einen Werth von μ ist folglich $\delta_\mu = \beta$, und dann ist $\mathfrak{A}_\mu$ durch $\mathfrak{B}$ theilbar. Ist $\beta = \alpha$, so ist $\mathfrak{A}_\mu = \mathfrak{B}$, die Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ sind in Bezug auf $\mathfrak{H}$ conjugirt, d. h. es giebt in $\mathfrak{H}$ ein solches Element H, dass $H^{-1}\mathfrak{A}H = \mathfrak{B}$ ist (Sylow, a. a. O. §. 2).

VIII. *Ist p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung h einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, so ist die Anzahl der verschiedenen in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Untergruppen der Ordnung p^α*

$$\frac{h}{p'} \equiv 1 \text{ (mod. } p^{\alpha-\delta}),$$

falls die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors von irgend zwei verschiedenen dieser Gruppen stets $\leqq p^\delta$ ist.

Sei $\mathfrak{P}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α. Die mit $\mathfrak{P}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{P}'$, deren Ordnung p' durch p^α theilbar ist. Ist $h = p'r$ und

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{P}'H_1 + \mathfrak{P}'H_2 + \cdots + \mathfrak{P}'H_r,$$

so enthält $\mathfrak{H}$ genau r verschiedene Untergruppen der Ordnung p^α, die alle mit $\mathfrak{P}$ conjugirt sind, nämlich

(1.) $$H_1^{-1}\mathfrak{P}H_1,\ H_2^{-1}\mathfrak{P}H_2,\cdots H_r^{-1}\mathfrak{P}H_r,$$

und die ihnen entsprechenden Gruppen $\mathfrak{P}'$ sind

(2.) $$H_1^{-1}\mathfrak{P}'H_1,\ H_2^{-1}\mathfrak{P}'H_2,\cdots H_r^{-1}\mathfrak{P}'H_r.$$

Beiläufig ergiebt sich daraus die Folgerung, dass die Zahl p' von der Wahl der Gruppe $\mathfrak{P}$ unabhängig ist. Bilden nun $H_1, H_2, \cdots H_m$ ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$ (modd. $\mathfrak{P}', \mathfrak{P}$), so ist

$$\frac{h}{p'} = \frac{p^\alpha}{p^{\delta_1}} + \frac{p^\alpha}{p^{\delta_2}} + \cdots + \frac{p^\alpha}{p^{\delta_m}},$$

wo p^{δ_μ} die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors von $\mathfrak{P}$ und $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}'H_\mu$ ist. Die Elemente von $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}'H_\mu$, deren Ordnung in p^α aufgeht, bilden aber nach I. die Gruppe $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}H_\mu$. Daher ist p^{δ_μ} auch die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}_\mu$ von $\mathfrak{P}$ und $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}H_\mu$. Ist H_1 dem Hauptelemente aequivalent, so ist $\mathfrak{D}_\mu = \mathfrak{P}$, also $\delta_1 = \alpha$. Ist aber $\mu > 1$, so ist $H_\mu^{-1}\mathfrak{P}H_\mu$ von $\mathfrak{P}$ verschieden. Daher s t $\delta_\mu \leqq \delta$ und folglich nach der obigen Formel

(3.) $$\frac{h}{p'} \equiv 1 \ (\text{mod. } p^{\alpha-\delta}).$$

Da stets $\delta < \alpha$ ist, so ist in jedem Falle (Sylow, a. a. O. S. 586)

(4.) $$\frac{h}{p'} \equiv 1 \ (\text{mod. } p).$$

Die in dem obigen Satze ausgesprochene Verallgemeinerung dieser Formel findet sich, wenn auch nicht vollständig formulirt, in der Arbeit von Sylow, *Sur les groupes transitifs, dont le degré est le carre d'un nombre premier,* Acta Math. Bd. 11 (z. B. S. 215).

IX. *Ist p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, bilden die Elemente von $\mathfrak{H}$, die mit einer Untergruppe der Ordnung p^α vertauschbar sind, die Gruppe $\mathfrak{P}'$, und erzeugen die Elemente von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, die Gruppe $\mathfrak{M}$, so ist $\mathfrak{H} = \mathfrak{M}\mathfrak{P}'$ das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{M}$ und $\mathfrak{P}'$.*

Sei H irgend ein Element von $\mathfrak{H}$, sei $\mathfrak{P}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α und $H^{-1}\mathfrak{P}H = \mathfrak{P}_1$.

Die Gruppen $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}_1$ sind beide in $\mathfrak{M}$ enthalten, und ihre Ordnung p^α ist die höchste Potenz von p, die in der Ordnung von $\mathfrak{M}$ aufgeht. Nach VI. giebt es daher in $\mathfrak{M}$ ein solches Element M, dass $M^{-1}\mathfrak{P}M = \mathfrak{P}_1$ ist. Folglich ist

$$\mathfrak{P}(HM^{-1}) = (\mathfrak{P}H)M^{-1} = (H\mathfrak{P}_1)M^{-1} = H(\mathfrak{P}_1M^{-1}) = H(M^{-1}\mathfrak{P}) = (HM^{-1})\mathfrak{P},$$

also ist $HM^{-1} = P'$ mit der Gruppe $\mathfrak{P}$ vertauschbar und gehört der

Gruppe $\mathfrak{P}'$ an. Da die Gleichung $H = P'M$ für jedes Element H von $\mathfrak{H}$ erfüllt ist, so ist $\mathfrak{H} = \mathfrak{P}'\mathfrak{M}$, und da $\mathfrak{H}$ eine Gruppe ist, auch $\mathfrak{H} = \mathfrak{M}\mathfrak{P}'$. Die Gruppe $\mathfrak{M}$ ist eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, also mit jedem Elemente von $\mathfrak{H}$ (und von $\mathfrak{P}'$) vertauschbar. Sie ist das kleinste gemeinschaftliche Vielfache aller mit $\mathfrak{P}$ conjugirten Gruppen oder auch die kleinste invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, die durch $\mathfrak{P}$ theilbar ist, oder deren Ordnung durch p^α theilbar ist.

§. 3.

Sei p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, $\mathfrak{A}$ irgend eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α, und p^δ die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}$ von zwei verschiedenen Gruppen $\mathfrak{A}$, die so gewählt sind, dass δ ein Maximum ist. Bilden die mit $\mathfrak{D}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ die Gruppe $\mathfrak{D}'$ der Ordnung d', so sei p^β die höchste Potenz von p, die in d' aufgeht, und $\mathfrak{B}$ irgend eine in $\mathfrak{D}'$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^β.

Dann ist $\mathfrak{D}$ ein Divisor jeder in $\mathfrak{D}'$ enthaltenen Gruppe $\mathfrak{B}$, und der grösste gemeinsame Divisor von je zwei verschiedenen derselben. Jede invariante Untergruppe von $\mathfrak{D}'$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, ist ein Divisor von $\mathfrak{D}$. Es ist $\beta > \delta$, $\mathfrak{B}$ ist nicht eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{D}'$, d' ist mindestens durch eine von p verschiedene Primzahl theilbar.

Jede Gruppe $\mathfrak{B}$ ist in einer und nur einer Gruppe $\mathfrak{A}$ enthalten, und jede durch $\mathfrak{D}$ theilbare Gruppe $\mathfrak{A}$ enthält eine und nur eine Gruppe $\mathfrak{B}$, welche der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{D}'$ ist. Die Anzahl der durch $\mathfrak{D}$ theilbaren Gruppen $\mathfrak{A}$ ist gleich der Anzahl der Gruppen $\mathfrak{B}$. Sie ist $\equiv 1 \pmod{p^{\beta-\delta}}$ und $> p^{\beta-\delta}$.

Ausser den Elementen von $\mathfrak{D}'$ selbst giebt es in $\mathfrak{H}$ kein Element, das mit $\mathfrak{D}'$ vertauschbar ist. Jedes Element von $\mathfrak{H}$, das mit $\mathfrak{B}$ vertauschbar ist, ist auch mit der Gruppe $\mathfrak{A}$ vertauschbar, durch welche $\mathfrak{B}$ theilbar ist. Jedes Element von $\mathfrak{D}'$, das mit $\mathfrak{A}$ vertauschbar ist, ist auch mit $\mathfrak{B}$ vertauschbar. Bilden die mit $\mathfrak{A}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ die Gruppe $\mathfrak{A}'$, die mit $\mathfrak{B}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{D}'$ die Gruppe $\mathfrak{B}'$, so ist $\mathfrak{B}'$ der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{A}'$ und $\mathfrak{D}'$.

Es wird vorausgesetzt, dass es in $\mathfrak{H}$ zwei verschiedene Untergruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α giebt, dass also $\mathfrak{A}$ nicht eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist. (Auch in diesem Falle gilt der obige Satz, falls man $\mathfrak{D} = \mathfrak{A}$ setzt.) Ist $\mathfrak{C}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^γ, so giebt es in $\mathfrak{H}$ eine Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α, die durch $\mathfrak{C}$ theilbar ist. Ist $\mathfrak{C} = \mathfrak{D}$, so enthält $\mathfrak{H}$ noch eine zweite von $\mathfrak{A}$ verschiedene Gruppe $\mathfrak{A}_1$ der Ordnung p^α, die durch $\mathfrak{C}$ theilbar ist. Ist aber $\gamma > \delta$, so ist dies nicht der Fall, weil sonst $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{A}_1$ einen

Divisor $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^\gamma > p^\delta$ gemeinsam hätten. Die Gruppe $\mathfrak{A}$ ist also durch die in ihr enthaltene Gruppe $\mathfrak{C}$ vollständig bestimmt.

Sei $\mathfrak{A}$ irgend eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene durch $\mathfrak{D}$ theilbare Gruppe der Ordnung p^α. Bilden die mit $\mathfrak{D}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{A}$ die Gruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung p^γ, so ist $\gamma > \delta$ nach Satz V. §. 2. Da $\mathfrak{D}'$ alle Elemente von $\mathfrak{H}$ enthält, die mit $\mathfrak{D}$ vertauschbar sind, so ist $\mathfrak{C}$ ein Divisor von $\mathfrak{D}'$, nämlich der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{D}'$. Folglich giebt es in $\mathfrak{D}'$ eine Gruppe $\mathfrak{B}$ der Ordnung p^β, die durch $\mathfrak{C}$ theilbar ist, und es ist $\beta \geqq \gamma > \delta$. Daher enthält $\mathfrak{H}$ eine und nur eine Gruppe der Ordnung p^α, die durch $\mathfrak{B}$ theilbar ist. Diese ist auch durch $\mathfrak{C}$ theilbar, und muss daher die Gruppe $\mathfrak{A}$ sein, weil es in $\mathfrak{H}$ keine andere durch $\mathfrak{C}$ theilbare Gruppe der Ordnung p^α giebt. Sind aber $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{D}'$ durch $\mathfrak{B}$ theilbar, so ist auch ihr grösster gemeinsamer Divisor $\mathfrak{C}$ durch $\mathfrak{B}$ theilbar, und weil andererseits $\mathfrak{B}$ durch $\mathfrak{C}$ theilbar ist, so ist $\mathfrak{B} = \mathfrak{C}$ und $\beta = \gamma$. Jeder Gruppe $\mathfrak{A}$ entspricht also eine und nur eine Gruppe $\mathfrak{B}$, welche der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{D}'$ ist.

Ist $\mathfrak{G}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{D}'$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, so giebt es in $\mathfrak{D}'$ eine durch $\mathfrak{G}$ theilbare Gruppe $\mathfrak{B}_1$ der Ordnung p^β. Da aber p^β die höchste Potenz von p ist, die in d' aufgeht, so sind $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{B}_1$ conjugirt, es ist $\mathfrak{B} = D^{-1}\mathfrak{B}_1 D$, wo D ein Element von $\mathfrak{D}'$ ist. Mithin ist $\mathfrak{B}$, also jede in $\mathfrak{D}'$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^β, durch $D^{-1}\mathfrak{G}D = \mathfrak{G}$ theilbar. Da $\mathfrak{D}$ eine invariante Untergruppe der Ordnung p^δ von $\mathfrak{D}'$ ist, so ist folglich $\mathfrak{D}$ ein gemeinsamer Divisor aller Gruppen $\mathfrak{B}$. Weil $\beta > \delta$ ist, so giebt es in $\mathfrak{H}$ eine und nur eine Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α, die durch $\mathfrak{B}$ theilbar ist, und diese ist, ebenso wie $\mathfrak{B}$, durch $\mathfrak{D}$ theilbar.

Da sich also die Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ einander gegenseitig eindeutig zuordnen lassen, so ist die Anzahl der in $\mathfrak{H}$ enthaltenen durch $\mathfrak{D}$ theilbaren Gruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α gleich der Anzahl der in $\mathfrak{D}'$ enthaltenen Gruppen der Ordnung p^β. Je zwei verschiedene Gruppen $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{B}_1$ haben den gemeinsamen Divisor $\mathfrak{D}$, aber keinen grösseren, weil sonst auch die ihnen entsprechenden Gruppen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{A}_1$, die verschieden sind, einen Divisor gemeinsam hätten, dessen Ordnung $> p^\delta$ wäre. Die Zahl δ hat also für die Gruppe $\mathfrak{D}'$ dieselbe Bedeutung wie für die Gruppe $\mathfrak{H}$. Nach Satz VIII., §. 2 ist daher die Anzahl der Gruppen $\mathfrak{B}$ (oder $\mathfrak{A}$) $\equiv 1 (\text{mod. } p^{\beta-\delta})$.

Zugleich ist $\mathfrak{D}$ der grösste gemeinsame Divisor aller in $\mathfrak{D}'$ enthaltenen Gruppen $\mathfrak{B}, \mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2, \cdots$ der Ordnung p^β. Ist also $\mathfrak{G}$ irgend eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{D}'$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, so ist $\mathfrak{G}$ als gemeinsamer Divisor aller dieser Gruppen in $\mathfrak{D}$ enthalten. Da nun $\beta > \delta$ ist, so ist $\mathfrak{B}$ nicht ein Divisor von $\mathfrak{D}$, kann

also nicht eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{D}'$ sein. Dass $\mathfrak{D}'$ mehr als eine Gruppe $\mathfrak{B}$ der Ordnung p^β enthält, folgt auch aus den über die Anzahl der Gruppen $\mathfrak{B}$ gefundenen Ergebnissen. Speciell kann nicht $\mathfrak{B} = \mathfrak{D}'$ sein. Daher ist $d' > p^\beta$, und weil p^β die höchste in d' aufgehende Potenz von p ist, so muss d' noch mindestens durch eine von p verschiedene Primzahl theilbar sein.

Ist H ein mit $\mathfrak{D}'$ vertauschbares Element von $\mathfrak{H}$, so ist $H^{-1}\mathfrak{D}H$ eine invariante Untergruppe von $H^{-1}\mathfrak{D}'H = \mathfrak{D}'$, deren Ordnung p^δ ist, also ein Divisor von $\mathfrak{D}$, und mithin ist $H^{-1}\mathfrak{D}H = \mathfrak{D}$. Folglich ist H in $\mathfrak{D}'$ enthalten. Die Anzahl der mit $\mathfrak{D}'$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ ist demnach gleich d'. Daher ist die Anzahl der verschiedenen mit $\mathfrak{D}'$ conjugirten Untergruppen von $\mathfrak{H}$ gleich $\frac{h}{d'}$. Die Gruppe $\mathfrak{D}'$ kann, wenn sie von $\mathfrak{H}$ verschieden ist, nie eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ sein.

Sei H ein mit $\mathfrak{B}$ vertauschbares Element von $\mathfrak{H}$. Ist $\mathfrak{A}$ durch $\mathfrak{B}$ theilbar, so ist auch $H^{-1}\mathfrak{A}H$ durch $H^{-1}\mathfrak{B}H = \mathfrak{B}$ theilbar. Da es aber in $\mathfrak{H}$ nur eine durch $\mathfrak{B}$ theilbare Gruppe der Ordnung p^α giebt, so ist $H^{-1}\mathfrak{A}H = \mathfrak{A}$, also H in $\mathfrak{A}'$ enthalten.

Gehört umgekehrt H der Gruppe $\mathfrak{A}'$ an, so ist $H^{-1}\mathfrak{A}H = \mathfrak{A}$ durch $H^{-1}\mathfrak{B}H$ theilbar. Ist H zugleich ein Element von $\mathfrak{D}'$, so ist auch $\mathfrak{D}'$ durch $H^{-1}\mathfrak{B}H$ theilbar. Es giebt aber in $\mathfrak{D}'$ nur eine Gruppe der Ordnung p^β, die in $\mathfrak{A}$ enthalten ist. Folglich ist $H^{-1}\mathfrak{B}H = \mathfrak{B}$, also H in $\mathfrak{B}'$ enthalten.

§. 4.

Die Gruppe $\mathfrak{G}$ der Ordnung g sei in der Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $h = gn$ enthalten, und es sei

$$(1.)\qquad \mathfrak{H} = \mathfrak{G}H_1 + \mathfrak{G}H_2 + \cdots + \mathfrak{G}H_n.$$

Ist A ein Element von $\mathfrak{H}$, so ist $\mathfrak{H}A = \mathfrak{H}$ und folglich auch

$$(2.)\qquad \mathfrak{H} = \mathfrak{G}H_1A + \mathfrak{G}H_2A + \cdots + \mathfrak{G}H_nA.$$

Die n in dieser Gleichung auftretenden Complexe sind alle unter einander verschieden und stimmen daher mit den in der Gleichung (1.) auftretenden Complexen, abgesehen von der Reihenfolge, überein. Auf diese Weise ist jedem Elemente A eine Permutation der n Complexe (1.) zugeordnet, die ich mit a bezeichnen will. Entspricht dem Elemente B die Permutation b, so entspricht dem Elemente AB die Permutation ab, und so entspricht der Gruppe $\mathfrak{H}$ eine Gruppe von Permutationen. Der identischen Permutation entsprechen alle Elemente A, für welche $\mathfrak{G}H_\nu A = \mathfrak{G}H_\nu$ ist für jeden Werth von ν, also da H_ν durch jedes (mod. $\mathfrak{G}$) aequivalente Element H ersetzt werden

kann, für welche $(H^{-1}\mathfrak{G}H)A = H^{-1}\mathfrak{G}H$ ist für jedes Element H von $\mathfrak{H}$. Nach (1.) §. 1 ist folglich A in der Gruppe $H^{-1}\mathfrak{G}H$ enthalten. Durchläuft H alle Elemente von $\mathfrak{H}$, so durchläuft $H^{-1}\mathfrak{G}H$ alle mit $\mathfrak{G}$ (in Bezug auf $\mathfrak{H}$) conjugirten Gruppen. Der grösste gemeinsame Divisor $\mathfrak{D}$ aller dieser conjugirten Gruppen ist eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und ist zugleich die grösste in $\mathfrak{G}$ enthaltene Gruppe, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist (vergl. Camille Jordan, Traité des substitutions, 368). Die beiden Gruppen $\mathfrak{h}$ und $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ sind daher (holoedrisch) isomorph. Es ergiebt sich also der Satz:

I. *Ist die Gruppe $\mathfrak{G}$ der Ordnung g in der Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung h enthalten, und ist $\mathfrak{D}$ die grösste in $\mathfrak{G}$ enthaltene invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, so lässt sich die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ als eine transitive Gruppe von Permutationen von $\frac{h}{g}$ Symbolen darstellen.*

Ist $\mathfrak{D}$ die Hauptgruppe $\mathfrak{E}$, enthält also $\mathfrak{G}$ keine von der Hauptgruppe verschiedene Gruppe, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist, so lässt sich $\mathfrak{H}$ als transitive Gruppe $\mathfrak{h}$ von Permutationen von $\frac{h}{g} = n$ Symbolen darstellen. Ist umgekehrt $\mathfrak{h}$ eine transitive Gruppe von Permutationen von n Symbolen, also vom Grade n und der Ordnung h, und bilden die Permutationen, die ein bestimmtes Symbol ungeändert lassen, die Gruppe $\mathfrak{g}$ der Ordnung $g = \frac{h}{n}$, so enthält $\mathfrak{g}$ keine von der Hauptgruppe verschiedene Gruppe, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{h}$ ist.

Giebt es, falls $\mathfrak{D} = \mathfrak{E}$ ist, eine von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ verschiedene Gruppe $\mathfrak{A}$, die in $\mathfrak{H}$ enthalten ist und $\mathfrak{G}$ enthält, so ist die Gruppe $\mathfrak{h}$ imprimitiv. Giebt es aber keine solche Gruppe $\mathfrak{A}$, so ist $\mathfrak{h}$ primitiv (Dyck, Math. Ann. Bd. 22). Der Bedingung ($\mathfrak{D} = \mathfrak{E}$), welche $\mathfrak{G}$ befriedigen muss, braucht $\mathfrak{A}$ nicht zu genügen, sondern der grösste gemeinsame Divisor aller mit $\mathfrak{A}$ conjugirten Gruppen kann eine von $\mathfrak{E}$ verschiedene invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ sein. Ist er gleich $\mathfrak{E}$, so lässt sich $\mathfrak{H}$ als transitive Gruppe von Permutationen von $\frac{h}{a} < \frac{h}{g}$ Symbolen darstellen. Eine imprimitive Gruppe des Grades n ist also entweder zusammengesetzt oder einer transitiven Gruppe isomorph, deren Grad ein echter Theiler von n ist. Die Gruppe $\mathfrak{A}$ besteht aus mehreren der Complexe $\mathfrak{G}H_1, \mathfrak{G}H_2, \cdots \mathfrak{G}H_n$, enthält sie aber nicht alle. Einer dieser Complexe, der das Hauptelement enthält, ist gleich $\mathfrak{G}$, etwa $\mathfrak{G}H_1$. Ausser diesem enthält $\mathfrak{H}$ noch mindestens einen anderen, etwa $\mathfrak{G}H_2$, also auch das Element H_2 und die Gruppe $H_2^{-1}\mathfrak{G}H_2$. Aus diesen Bemerkungen ergeben sich die beiden folgenden Kriterien:

Damit $\mathfrak{h}$ primitiv sei, ist nothwendig und hinreichend, dass jeder der $n-1$ Complexe $\mathfrak{G}H_2, \cdots \mathfrak{G}H_n$ die Gruppe $\mathfrak{H}$ erzeugt. Ist $\mathfrak{h}$ imprimitiv, so erzeugt mindestens einer dieser Complexe eine von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ verschiedene Gruppe $\mathfrak{A}$, die ein Theiler von $\mathfrak{H}$ und ein Vielfaches von $\mathfrak{G}$ ist (Rudio, *Über primitive Gruppen,* Crelle's Journ. Bd. 102, I).

Ist die Ordnung von $\mathfrak{H}$ eine Primzahl, so ist $\mathfrak{h}$ stets primitiv. Damit eine Gruppe $\mathfrak{h}$, deren Ordnung nicht eine Primzahl ist, primitiv sei, ist nothwendig und hinreichend, dass das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{G}$ und $H^{-1}\mathfrak{G}H$ stets gleich $\mathfrak{H}$ ist, wenn H irgend ein in $\mathfrak{G}$ nicht enthaltenes Element von $\mathfrak{H}$ ist. Denn für ein bestimmtes H sei $\mathfrak{C} < \mathfrak{H}$ das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{G}$ und $H^{-1}\mathfrak{G}H$. Ist $H^{-1}\mathfrak{G}H$ von $\mathfrak{G}$ verschieden, so ist $\mathfrak{C} > \mathfrak{G}$. Ist aber $H^{-1}\mathfrak{G}H = \mathfrak{G}$, so gehört H der Gruppe $\mathfrak{G}'$ an, die von allen mit $\mathfrak{G}$ vertauschbaren Elementen von $\mathfrak{H}$ gebildet wird. $\mathfrak{G}'$ enthält die Gruppe $\mathfrak{G}$ und das Element H, das der Gruppe $\mathfrak{G}$ nicht angehört, also ist $\mathfrak{G}' > \mathfrak{G}$. Wäre nicht $\mathfrak{G}' < \mathfrak{H}$, sondern $\mathfrak{G}' = \mathfrak{H}$, so wäre $\mathfrak{G}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, also da $\mathfrak{D} = \mathfrak{E}$ ist, $\mathfrak{G} = \mathfrak{E}$. Ist die Ordnung von $\mathfrak{H}$ nicht eine Primzahl, so enthält $\mathfrak{H}$ eine von $\mathfrak{E} = \mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ verschiedene Untergruppe $\mathfrak{A}$ (vergl. Rudio, a. a. O. S. 3; Netto a. a. O. §. 6).

Eine besonders wichtige Darstellung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ erhält man, indem man $\mathfrak{G} = \mathfrak{E}$ wählt. Wie eben gezeigt, ist dann $\mathfrak{h}$ imprimitiv, ausser wenn h eine Primzahl ist. Jede Permutation von $\mathfrak{h}$ ausser der identischen versetzt alle h Symbole. Ist z. B. $h = 2n \equiv 2 \pmod{4}$, so enthält $\mathfrak{H}$ eine Permutation der Ordnung 2, die aus n Cyclen der Ordnung 2 besteht, also ungerade ist. Jede Gruppe, deren Ordnung h das Doppelte einer ungeraden Zahl ist, hat folglich eine invariante Untergruppe der Ordnung $\frac{1}{2}h$.

Eine *einfache* Gruppe der Ordnung h, die eine Untergruppe der Ordnung $\frac{h}{n}$ hat, wo $n > 1$ ist, lässt sich stets als transitive Gruppe des Grades n darstellen.

Mit Hülfe des obigen Satzes lässt sich der Satz IV., §. 2 von Neuem beweisen und noch etwas verallgemeinern:

II. *Ist eine Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung gn durch eine Gruppe $\mathfrak{G}$ der Ordnung g theilbar, und ist a der grösste gemeinsame Divisor von g und $(n-1)!$, so enthält $\mathfrak{G}$ eine Gruppe, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist, und deren Ordnung durch $\frac{g}{a}$ theilbar ist.*

Denn ist $\mathfrak{D}$ die grösste in $\mathfrak{G}$ enthaltene Gruppe, die eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist, d ihre Ordnung, so lässt sich $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ als

eine transitive Gruppe der Permutationen von n Symbolen darstellen. Daher ist $n!$ durch $\frac{h}{d}$, also $\frac{(n-1)!}{a}\, d$ durch $\frac{g}{a}$ theilbar. Da aber $\frac{(n-1)!}{a}$ und $\frac{g}{a}$ theilerfremd sind, so ist d durch $\frac{g}{a}$ theilbar.

Zu einer nur scheinbar allgemeineren Darstellung von $\mathfrak{H}$ gelangt man, indem man für $\mathfrak{G}$ eine beliebige Gruppe wählt. Dann zerfällt nach I., §.1 der Complex $\mathfrak{G}\mathfrak{H}$ in eine Anzahl verschiedener Complexe

$$(3.)\qquad \mathfrak{G}\mathfrak{H} = \mathfrak{G}H_1 + \mathfrak{G}H_2 + \cdots + \mathfrak{G}H_n,$$

von denen nicht zwei ein Element gemeinsam haben. Die Elemente $H_1, H_2, \cdots H_n$ gehören der Gruppe $\mathfrak{H}$ an und bilden ein vollständiges Restsystem von $\mathfrak{H}$ (mod. $\mathfrak{G}$). Ihre Anzahl n, die ich mit $(\mathfrak{H}, \mathfrak{G})$ bezeichne, ist gleich $\frac{h}{g_0}$, wo g_0 die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{G}_0$ von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ ist. Ist dann A irgend ein Element von $\mathfrak{H}$, so ist auch

$$(4.)\qquad \mathfrak{G}\mathfrak{H} = \mathfrak{G}H_1A + \mathfrak{G}H_2A + \cdots + \mathfrak{G}H_nA,$$

und so ist dem Elemente A eine Permutation a zugeordnet. Durchläuft H alle Elemente von $\mathfrak{H}$, so sei $\mathfrak{D}$ der grösste gemeinsame Divisor aller Gruppen $H^{-1}\mathfrak{G}H$, die mit $\mathfrak{G}$ in Bezug auf $\mathfrak{H}$ conjugirt sind. Dann ist $\mathfrak{D}$ mit jedem Elemente von $\mathfrak{H}$ vertauschbar. Die von den Permutationen a gebildete Gruppe $\mathfrak{h}$ ist der Gruppe

$$\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}} = \frac{\mathfrak{D}\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}} = \frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}_0}$$

isomorph, wo $\mathfrak{D}_0$ der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{D}$ und $\mathfrak{H}$ ist. Bestimmt man von jedem in der Gleichung (3.) auftretenden Complexe die Elemente, die er mit $\mathfrak{H}$ gemeinsam hat, so erhält man

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{G}_0H_1 + \mathfrak{G}_0H_2 + \cdots + \mathfrak{G}_0H_n.$$

Da $\mathfrak{D}_0$ auch der grösste gemeinsame Divisor aller mit $\mathfrak{G}_0$ in Bezug auf $\mathfrak{H}$ conjugirten Gruppen ist, so ist damit diese Darstellung auf die obige zurückgeführt.

Man kann noch in einer zweiten Art eine Gruppe $\mathfrak{H}$ mit Hülfe einer Untergruppe $\mathfrak{G}$ als transitive Gruppe von Permutationen darstellen. Ist nämlich

$$(5.)\qquad \mathfrak{H} = K_1\mathfrak{G} + K_2\mathfrak{G} + \cdots + K_n\mathfrak{G},$$

so ist auch, falls A ein Element von $\mathfrak{H}$ ist,

$$(6.)\qquad \mathfrak{H} = A^{-1}K_1\mathfrak{G} + A^{-1}K_2\mathfrak{G} + \cdots + A^{-1}K_n\mathfrak{G},$$

und die letzteren n Complexe gehen durch eine Permutation a' aus den ersteren hervor. Entspricht dem Elemente B von $\mathfrak{H}$ die Permutation b', so entspricht dem Elemente AB die Permutation $a'b'$

(vergl. Frattini, *I gruppi transitivi di sostituzioni dell' istesso ordine e grado,* Memorie della Academia Reale dei Lincei, tom. XIV). Die gegenseitige Beziehung dieser beiden Darstellungen ist leicht zu erkennen. Ersetzt man nämlich in (1.) jedes Element durch das reciproke, so erhält man

$$(7.) \qquad \mathfrak{H} = H_1^{-1}\mathfrak{G} + H_2^{-1}\mathfrak{G} + \cdots + H_n^{-1}\mathfrak{G}.$$

Daher gehen die n Complexe (7.) durch eine gewisse Permutation r der Reihe nach in die n Complexe (5.) über. Die Permutation aber, welche die n Complexe (7.) in die n Complexe

$$(8.) \qquad \mathfrak{H} = A^{-1}H_1^{-1}\mathfrak{G} + A^{-1}H_2^{-1}\mathfrak{G} + \cdots + A^{-1}H_n^{-1}\mathfrak{G}$$

überführt, ist mit der Permutation a identisch, die (1.) in (2.) verwandelt. Denn ist $\mathfrak{G}H_\alpha A = \mathfrak{G}H_\beta$, so ergiebt sich daraus, indem man jedes Element durch das reciproke ersetzt, $A^{-1}H_\alpha^{-1}\mathfrak{G} = H_\beta^{-1}\mathfrak{G}$. Folglich ist $a' = r^{-1}ar$.

Endlich kann man drittens folgendes Verfahren benutzen (Hölder, Math. Ann. Bd. 40 S. 57): Sei $\mathfrak{G}$ eine Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und seien

$$(9.) \qquad H_1^{-1}\mathfrak{G}H_1, \cdots \quad H_n^{-1}\mathfrak{G}H_n$$

die n verschiedenen Gruppen, die mit $\mathfrak{G}$ (in Bezug auf $\mathfrak{H}$) conjugirt sind. Dann sind auch, wenn A irgend ein Element von $\mathfrak{H}$ ist,

$$(10.) \qquad A^{-1}H_1^{-1}\mathfrak{G}H_1A, \cdots \quad A^{-1}H_n^{-1}\mathfrak{G}H_nA$$

dieselben n Gruppen, nur in einer anderen Reihenfolge, und so entspricht dem Elemente A die Permutation a, die (9.) in (10.) überführt. Ist $H_\alpha^{-1}\mathfrak{G}H_\alpha = H_\beta^{-1}\mathfrak{G}H_\beta$, so ist $\mathfrak{G}(H_\alpha H_\beta^{-1}) = (H_\alpha H_\beta^{-1})\mathfrak{G}$. Bilden also die mit $\mathfrak{G}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ die Gruppe $\mathfrak{G}'$ der Ordnung g', so gehört $H_\alpha H_\beta^{-1}$ der Gruppe $\mathfrak{G}'$ an; und umgekehrt, wenn H_α und H_β (mod. $\mathfrak{G}'$) aequivalent sind, so ist $H_\alpha^{-1}\mathfrak{G}H = H_\beta^{-1}\mathfrak{G}H_\beta$. Daher sind $H_1 \cdots H_n$ die sämmtlichen $n = \frac{h}{g'}$ (mod. $\mathfrak{G}'$) verschiedenen Elemente von $\mathfrak{H}$, und es ist

$$(11.) \qquad \mathfrak{H} = \mathfrak{G}'H_1 + \cdots + \mathfrak{G}'H_n.$$

Ist α eine der Zahlen $1, \cdots n$, so wird durch die Permutation a die Gruppe $H_\alpha^{-1}\mathfrak{G}H_\alpha$ übergeführt in $A^{-1}H_\alpha^{-1}\mathfrak{G}H_\alpha A = H_\beta^{-1}\mathfrak{G}H_\beta$, wo auch β eine der Zahlen $1, \cdots n$ ist, die auch gleich α sein kann. Dann ist $\mathfrak{G}(H_\alpha AH_\beta^{-1}) = (H_\alpha AH_\beta^{-1})\mathfrak{G}$, mithin gehört $H_\alpha AH_\beta^{-1}$ der Gruppe $\mathfrak{G}'$ an, und folglich ist $\mathfrak{G}'H_\alpha A = \mathfrak{G}'H_\beta$. Die Permutation a ist also mit der identisch, welche die n Complexe (11.) in die n Complexe

$$(12.) \qquad \mathfrak{H} = \mathfrak{G}'H_1A + \cdots + \mathfrak{G}'H_nA$$

verwandelt, und damit ist diese Darstellung auf die erste zurückgeführt.

Die sämmtlichen Darstellungen von $\mathfrak{H}$ als **intransitive** Gruppe von Permutationen erhält man auf folgende Art: Seien $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ mehrere Untergruppen von $\mathfrak{H}$, die nicht alle verschieden zu sein brauchen. Dann ist

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{A}H_1 + \cdots + \mathfrak{A}H_\alpha = \mathfrak{B}H_{\alpha+1} + \cdots + \mathfrak{B}H_{\alpha+\beta} = \mathfrak{C}H_{\alpha+\beta+1} + \cdots + \mathfrak{C}H_{\alpha+\beta+\gamma} = \cdots,$$

also auch

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{A}H_1 + \cdots + \mathfrak{A}H_\alpha + \mathfrak{B}H_{\alpha+1} + \cdots + \mathfrak{B}H_{\alpha+\beta} + \mathfrak{C}H_{\alpha+\beta+1} + \cdots + \mathfrak{C}H_{\alpha+\beta+\gamma} + \cdots,$$

und wenn R irgend ein Element von $\mathfrak{H}$ ist,

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{A}H_1R + \cdots + \mathfrak{A}H_\alpha R + \mathfrak{B}H_{\alpha+1}R + \cdots + \mathfrak{B}H_{\alpha+\beta}R + \mathfrak{C}H_{\alpha+\beta+1}R + \cdots + \mathfrak{C}H_{\alpha+\beta+\gamma}R + \cdots$$

Die ersteren Complexe gehen durch eine Permutation r in die letzteren über, und zwar werden durch r nur die ersten α Complexe unter einander vertauscht, ebenso die folgenden β, die folgenden γ u. s. w. Sei $\mathfrak{N}$ der grösste gemeinsame Divisor der Gruppen $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ und aller mit ihnen (in Bezug auf $\mathfrak{H}$) conjugirten Gruppen, oder die grösste in dem grössten gemeinsamen Divisor von $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \cdots$ enthaltene Gruppe, die eine *invariante* Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist. Dann ist die Gruppe der Permutation r der Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{N}}$ (holoedrisch) isomorph.

§. 5.

Unter den invarianten Untergruppen einer Gruppe $\mathfrak{H}$ sind gewisse noch besonders hervorzuheben. Angenommen, es sei auf irgend eine Art eine allgemeinere Gruppe $\mathfrak{H}'$ gefunden, in der $\mathfrak{H}$ als invariante Untergruppe enthalten ist. Ist R ein Element von $\mathfrak{H}'$, und ist $\mathfrak{A}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, so ist $R^{-1}\mathfrak{A}R = \mathfrak{B}$ eine invariante Untergruppe von $R^{-1}\mathfrak{H}R = \mathfrak{H}$. Es ist möglich, dass $\mathfrak{B}$ von $\mathfrak{A}$ verschieden ist. Wenn aber für jedes Element R jeder möglichen erweiterten Gruppe $R^{-1}\mathfrak{A}R = \mathfrak{A}$ ist, so möge $\mathfrak{A}$ eine **charakteristische** Untergruppe von $\mathfrak{H}$ genannt werden. Ist $\mathfrak{B}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{C}$, und $\mathfrak{A}$ eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{B}$, so ist $\mathfrak{A}$ auch eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{C}$ (vergl. Satz II., §. 2).

Hat $\mathfrak{H}$ nur eine invariante Untergruppe der Ordnung g, so muss diese eine charakteristische sein. Der grösste gemeinsame Divisor oder das kleinste gemeinschaftliche Vielfache aller in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen der Ordnung g ist eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Z. B. ist in §. 3 die Gruppe $\mathfrak{D}$ eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{D}'$. Diejenigen Elemente von $\mathfrak{H}$, die mit jedem Elemente von $\mathfrak{H}$ vertauschbar sind, bilden eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{H}$, ebenso die unter ihnen, deren Ordnung in g aufgeht.

Man kann diese Untergruppen noch anders definiren: Sei n die Ordnung von $\mathfrak{H}$, seien $H_1, H_2, H_3, \cdots H_n$ die Elemente von $\mathfrak{H}$ in einer gewissen Anordnung, und $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, \cdots H_\nu$ dieselben n Elemente in einer anderen Anordnung, und sei

$$r = \begin{pmatrix} H_1 & H_2 & H_3 \cdots H_n \\ H_\alpha & H_\beta & H_\gamma \cdots H_\nu \end{pmatrix}$$

die Permutation, welche die erste Anordnung in die zweite überführt. Ist diese Permutation so beschaffen, dass stets, wenn $H_1 H_2 = H_3$ ist, auch $H_\alpha H_\beta = H_\gamma$ ist, so wird durch sie ein Isomorphismus der Gruppe in sich bewirkt (Hölder, Math. Ann. Bd. 43, S. 313). Ist z. B. R ein Element von $\mathfrak{H}'$ und

$$R^{-1}H_1R = H_\alpha,\ R^{-1}H_2R = H_\beta,\ R^{-1}H_3R = H_\gamma, \cdots,$$

so genügt diese Permutation der gestellten Bedingung. Man kann nun eine Untergruppe $\mathfrak{A}$ von $\mathfrak{H}$ auch dann eine charakteristische nennen, wenn bei jedem Isomorphismus von $\mathfrak{H}$ in sich die Elemente von $\mathfrak{A}$ wieder in die Elemente von $\mathfrak{A}$ übergehen. Ich werde aber beweisen, dass sich diese Definition vollständig mit der obigen deckt, indem ich zeige, wie man alle Isomorphismen von $\mathfrak{H}$ in sich und alle charakteristischen Untergruppen von $\mathfrak{H}$ findet.

Ist A irgend ein Element von $\mathfrak{H}$, so ist

$$a = \begin{pmatrix} H_1 & , H_2 & , \cdots H_n \\ H_1A, & H_2A, & \cdots H_nA \end{pmatrix}$$

eine Permutation der n Symbole $H_1, H_2, \cdots H_n$. Entsprechen so den Elementen $H_1, H_2, \cdots H_n$ die Permutationen $h_1, h_2, \cdots h_n$, so bilden diese eine mit $\mathfrak{H}$ (holoedrisch) isomorphe Gruppe $\mathfrak{h}$. Die oben mit r bezeichnete Permutation, die einen Isomorphismus von $\mathfrak{H}$ in sich bewirken soll, kann in dieser Gruppe $\mathfrak{h}$ enthalten sein oder nicht. Sie möge das Element A von $\mathfrak{H}$ in B überführen, und es sei

$$b = \begin{pmatrix} H_1, & H_2, & \cdots H_n \\ H_1B, & H_2B, & \cdots H_nB \end{pmatrix}$$

die dem Elemente B von $\mathfrak{H}$ entsprechende Permutation von $\mathfrak{h}$. Nach der Definition des Isomorphismus führt dann r das Element H_1A in $H_\alpha B$, H_2A in $H_\beta B, \cdots$ über, oder es ist

$$r = \begin{pmatrix} H_1A, & H_2A, & \cdots H_nA \\ H_\alpha B, & H_\beta B, & \cdots H_\nu B \end{pmatrix}.$$

Daher ist

$$r^{-1}ar = \begin{pmatrix} H_\alpha, & H_\beta, & \cdots H_\nu \\ H_1, & H_2, & \cdots H_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_1, & H_2, & \cdots H_n \\ H_1A, & H_2A, & \cdots H_nA \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_1A, & H_2A, & \cdots H_nA \\ H_\alpha B, & H_\beta B, & \cdots H_\nu B \end{pmatrix}$$
$$= \begin{pmatrix} H_\alpha, & H_\beta, & \cdots H_\nu \\ H_\alpha B, & H_\beta B, & \cdots H_\nu B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} H_1, & H_2, & \cdots H_n \\ H_1B, & H_2B, & H_nB \end{pmatrix},$$

also $r^{-1}ar = b$, folglich, wenn man der Reihe nach $A = H_1, H_2, \cdots H_n$ setzt,

$$r^{-1}h_1r = h_\alpha, \qquad r^{-1}h_2r = h_\beta, \cdots \qquad r^{-1}h_nr = h_\gamma.$$

Unter allen $n!$ Permutationen der Symbole $H_1, H_2, \cdots H_n$ bilden die, welche mit der Gruppe $\mathfrak{h}$ vertauschbar sind, eine Gruppe $\mathfrak{h}'$. Damit die Permutation r einen Isomorphismus von $\mathfrak{H}$ in sich bewirke, ist also nothwendig, aber offenbar auch hinreichend, dass r der Gruppe $\mathfrak{h}'$ angehöre.

Den Elementen einer in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppe $\mathfrak{A}$ entsprechen die Permutationen einer in $\mathfrak{h}$ enthaltenen Gruppe $\mathfrak{a}$. Damit $\mathfrak{A}$ eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{H}$ sei, ist nach den obigen Ausführungen nothwendig und hinreichend, dass $\mathfrak{a}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{h}'$ sei. Ist $\mathfrak{h}' = \mathfrak{h}$, so wird jeder Isomorphismus von $\mathfrak{H}$ in sich durch eine Permutation

$$r = \begin{pmatrix} H_1, & H_2, & \cdots & H_n \\ R^{-1}H_1R, & R^{-1}H_2R, & \cdots & R^{-1}H_nR \end{pmatrix}$$

bewirkt, wo R ein Element von $\mathfrak{H}$ ist. Damit aber $\mathfrak{H}$ diese Eigenschaft besitze, ist nicht erforderlich, dass $\mathfrak{h}' = \mathfrak{h}$ sei, sondern dafür ist folgende Bedingung nothwendig und hinreichend: Bilden die Permutationen von $\mathfrak{h}'$, die mit jeder Permutation von $\mathfrak{h}$ vertauschbar sind, die Gruppe $\mathfrak{g}$, so muss $\mathfrak{h}' = \mathfrak{g}\mathfrak{h}$ das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{h}$ sein. Von einer solchen Gruppe $\mathfrak{H}$ ist jede invariante Untergruppe eine charakteristische.

§. 6.

Mit Hülfe der oben entwickelten Sätze kann man in vielen speciellen Fällen die Constitution einer Gruppe beschreiben, deren Ordnung in bestimmter Art aus Primfactoren zusammengesetzt ist.

I. *Sind p und q zwei verschiedene Primzahlen, so ist jede Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q$ auflösbar. Sie ist zusammengesetzt aus einer Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$, die aus den Potenzen eines Elementes der Ordnung $p^{\alpha-\delta}$ besteht, einer Gruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung q und einer Gruppe $\mathfrak{D}$ der Ordnung p^δ. Die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung $p^{\alpha-\delta}q$, die eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung q hat, lässt sich als transitive Gruppe von Permutationen von q Symbolen darstellen.*

$\mathfrak{C}$ und $\mathfrak{D}$ sind zwei charakteristische Untergruppen von $\mathfrak{H}$. Die Gruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^\delta q$ wird erzeugt von allen $p^\delta(q-1)$ Elementen von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung durch q theilbar ist. Die Gruppe $\mathfrak{D}$ ist der grösste gemeinsame Divisor von allen in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen der Ordnung p^α

und zugleich, falls es mehrere giebt, der grösste gemeinsame Divisor von irgend zwei derselben.

Bilden die Elemente von $\mathfrak{H}$, *welche mit einer Untergruppe* $\mathfrak{Q}$ *der Ordnung* q *vertauschbar sind, die Gruppe* $\mathfrak{H}_0$ *der Ordnung* $p^{\alpha-\lambda}q$, *so bilden die, welche mit jedem Elemente von* $\mathfrak{Q}$ *vertauschbar sind, eine Gruppe* $\mathfrak{C}_0$ *der Ordnung* $p^{\delta-\lambda}q$, *die der grösste gemeinsame Divisor von* $\mathfrak{C}$ *und* $\mathfrak{H}_0$ *ist. Die Gruppe* $\mathfrak{C}_0$ *wird gebildet von den mit* $\mathfrak{Q}$ *vertauschbaren Elementen von* $\mathfrak{C}$. *Sie wird erzeugt von den* $p^{\delta-\lambda}(q-1)$ *Elementen von* $\mathfrak{H}_0$, *deren Ordnung durch* q *theilbar ist. Ihre invariante Untergruppe* $\mathfrak{D}_0$ *der Ordnung* $p^{\delta-\lambda}$ *ist der grösste gemeinsame Divisor von* $\mathfrak{D}$ *und* $\mathfrak{H}_0$. *Umgekehrt ist* $\mathfrak{D}$ *(und ebenso* $\mathfrak{C}$*) das kleinste gemeinschaftliche Vielfache aller mit* $\mathfrak{D}_0$ *(oder* $\mathfrak{C}_0$*) conjugirten Gruppen. Ist* $\lambda > 0$, *so ist*

$$p^{\lambda}+q-1 \equiv 0 \pmod{p^{\alpha-\delta}q}, \qquad \lambda \geqq 2(\alpha-\delta), \qquad 3\delta \geqq 2\alpha,$$

und zwar kann die Gleichheit nur dann eintreten, wenn

$$p=2, \qquad q=2^{\alpha-\delta}+1$$

ist.

Die $p^{\lambda}(q-1)$ *Elemente von* $\mathfrak{H}$, *deren Ordnung gleich* q *ist, zerfallen in* $(q-1):p^{\alpha-\delta}$ *Classen von je* $p^{\alpha+\lambda-\delta}$ *conjugirten Elementen und erzeugen eine in* $\mathfrak{C}$ *enthaltene Gruppe* $\mathfrak{L}$ *der Ordnung* $p^{\mu}q$. *Sie enthält eine invariante Untergruppe* $\mathfrak{M}$ *der Ordnung* p^{μ}, *die der grösste gemeinsame Divisor von* $\mathfrak{D}$ *und* $\mathfrak{L}$ *ist.* $\mathfrak{L}$ *und* $\mathfrak{M}$ *sind charakteristische Untergruppen von* $\mathfrak{H}$. *Jede invariante Untergruppe von* $\mathfrak{H}$, *deren Ordnung gleich* $p^{\gamma}q$ *ist, ist durch* $\mathfrak{M}$ *theilbar, und jede, deren Ordnung gleich* p^{γ} *ist, ist in* $\mathfrak{D}$ *enthalten. Ist* γ *irgend eine Zahl zwischen* α *und* μ, *so hat* $\mathfrak{H}$ *eine invariante Untergruppe der Ordnung* $p^{\gamma}q$. *Das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von* $\mathfrak{M}$ *und* $\mathfrak{H}_0$ *ist* $\mathfrak{M}\mathfrak{H}_0 = \mathfrak{H}$.

Sei $\mathfrak{A}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^{α}. Ist $\mathfrak{A}$ nicht eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, so enthält $\mathfrak{H}$ q verschiedene Gruppen der Ordnung p^{α}. Unter diesen wähle man zwei so aus, dass die Ordnung p^{δ} ihres grössten gemeinsamen Divisors möglichst gross ist.

Ist $\delta = 0$, sind also je zwei jener q Gruppen theilerfremd, so enthält $\mathfrak{H}$ genau $(p^{\alpha}-1)q$ Elemente, deren Ordnung eine Potenz von p ist, und mithin nur q andere Elemente. Daher hat $\mathfrak{H}$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung q.

In jedem Falle bilden die mit $\mathfrak{D}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ eine Gruppe $\mathfrak{D}'$, deren Ordnung $p^{\beta}q$ durch q theilbar ist, da sie nach §. 3 nicht eine Potenz von p sein kann. Diese enthält mehr als eine Gruppe $\mathfrak{B}$ der Ordnung p^{β}, also genau q. Folglich giebt es in $\mathfrak{H}$ genau q Gruppen $\mathfrak{A}$, die durch $\mathfrak{D}$ theilbar sind. Da aber $\mathfrak{H}$ nicht mehr als q Gruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^{α} enthält, so ist $\mathfrak{D}$ der grösste gemeinsame Divisor aller dieser Gruppen und zugleich, weil δ ein Maximum ist, der grösste gemeinsame Divisor von je zwei der-

selben[1]. Der grösste gemeinsame Divisor $\mathfrak{D}$ von allen mit $\mathfrak{A}$ conjugirten Gruppen ist aber eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Demnach ist $\mathfrak{D}' = \mathfrak{H}$ und $\beta = \alpha$.

Die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ enthält die q Gruppen $\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung $p^{\alpha-\delta}$, von denen je zwei theilerfremd sind, hat also eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung q. Folglich hat $\mathfrak{H}$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^\delta q$ und ist aus den Gruppen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$, $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ und $\mathfrak{D}$ zusammengesetzt. Da die Ordnungen $p^{\alpha-\delta}$, q und p^δ dieser drei Gruppen Potenzen von Primzahlen sind, so ist die Gruppe $\mathfrak{H}$ auflösbar.

Jede invariante Untergruppe von $\mathfrak{H} = \mathfrak{D}'$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, muss nach §. 3 ein Divisor von $\mathfrak{D}$ sein; $\mathfrak{D}$ ist die grösste invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung eine Potenz von p ist, oder die in einer Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α enthalten ist.. Daher hat die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung $p^{\alpha-\delta}q$ keine invariante Untergruppe, deren Ordnung eine Potenz von p ist. Ihre Untergruppe $\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung $p^{\alpha-\delta}$ ist also durch keine invariante Untergruppe von $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ theilbar. Nach §. 4 lässt sich folglich $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ als transitive Gruppe von Permutationen von q Symbolen darstellen. Sie ist zusammengesetzt aus der Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$, deren Ordnung $p^{\alpha-\delta}$ ein Divisor von $q-1$ ist, und aus der invarianten Untergruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung q. Nach den bekannten Eigenschaften der auflösbaren Gruppen von Permutationen, deren Grad eine Primzahl q ist, besteht daher $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$ aus den Potenzen eines Elementes der Ordnung $p^{\alpha-\delta}$. Demnach giebt es in $\mathfrak{H}$ ein Element, dessen Ordnung durch $p^{\alpha-\delta}$ theilbar ist, und von dem erst die $(p^{\alpha-\delta})^{\text{te}}$ Potenz in $\mathfrak{D}$ enthalten ist.

Die Gruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^\delta q$ hat eine invariante Untergruppe $\mathfrak{D}$ der Ordnung p^δ, enthält also nach I., §. 2 genau p^δ Elemente, deren Ordnung in p^δ aufgeht, und mithin $p^\delta(q-1)$ Elemente, deren Ordnung durch q theilbar ist. Da $\mathfrak{D}$ der grösste gemeinsame Divisor von je zwei der q mit $\mathfrak{A}$ conjugirten Gruppen ist, so enthält jede derselben

---

[1] Daher zerfallen die Elemente von $\mathfrak{H}$ (modd. $\mathfrak{A}, \mathfrak{A}$) in $1 + \frac{q-1}{p^{\alpha-\delta}}$ Classen. Sie können repraesentirt werden durch das Hauptelement E und die Elemente

$$Q^{g^\varrho} \quad \left(\varrho = 0, 1, \cdots \quad \frac{q-1}{p^{\alpha-\delta}} - 1\right),$$

wo Q irgend ein Element der Ordnung q und g eine primitive Wurzel der Primzahl q ist. Die letzteren Elemente repraesentiren auch die $(q-1) : p^{\alpha-\delta}$ Classen conjugirter Elemente, in welche die in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Elemente der Ordnung q zerfallen.

$p^\alpha - p^\delta$ Elemente, die in keiner der anderen und auch nicht in $\mathfrak{D}$ vorkommen. Daher giebt es in $\mathfrak{H}$ $(p^\alpha - p^\delta)q$ Elemente, deren Ordnung in p^α aufgeht, und die nicht in $\mathfrak{D}$ enthalten sind, also nur noch $p^\delta q$ andere Elemente, und diese bilden die Gruppe $\mathfrak{C}$. Denn jedes Element von $\mathfrak{C}$ ist entweder in $\mathfrak{D}$ enthalten, oder seine Ordnung ist durch q theilbar. Folglich enthält $\mathfrak{C}$ alle Elemente von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung durch q theilbar ist, und die Anzahl derselben ist $p^\delta(q-1)$. Endlich ist $\mathfrak{C}$ die von diesen Elementen erzeugte Gruppe. Denn diese ist ein Divisor von $\mathfrak{C}$. Ist also ihre Ordnung, die durch q theilbar sein muss, $p^\gamma q$, so ist $\gamma \leqq \delta$. Sie enthält eine Untergruppe der Ordnung p^γ, also höchstens $p^\gamma(q-1)$ Elemente, deren Ordnung durch q theilbar ist. Daher ist $p^\gamma(q-1) \geqq p^\delta(q-1)$, $\gamma \geqq \delta$ und folglich $\gamma = \delta$.

Sei $\mathfrak{Q}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung q. Die mit $\mathfrak{Q}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{H}_0$ der Ordnung $qp^{\alpha-\lambda}$. Hat $\mathfrak{D}_0$ und δ_0 für $\mathfrak{H}_0$ dieselbe Bedeutung, wie $\mathfrak{D}$ und δ für $\mathfrak{H}$, so enthält $\mathfrak{H}_0$ genau $p^{\delta_0}(q-1)$ Elemente, deren Ordnung durch q theilbar ist. Die Anzahl der verschiedenen Gruppen $\mathfrak{Q}$ oder der ihnen entsprechenden Gruppen $\mathfrak{H}_0$ ist p^λ. Zwei verschiedene Gruppen $\mathfrak{H}_0$ haben kein Element R gemeinsam, dessen Ordnung qr durch q theilbar ist. Denn sonst hätten sie auch das Element $R^r = Q$ der Ordnung q gemeinsam, also auch die von den Potenzen von Q gebildete Gruppe $\mathfrak{Q}$. Jedes Element R der Ordnung qr gehört einer der Gruppen $\mathfrak{H}_0$ an. Denn R ist mit $R^r = Q$ vertauschbar, also auch mit $\mathfrak{Q}$. Folglich giebt es in $\mathfrak{H}$ genau $p^\lambda p^{\delta_0}(q-1)$ Elemente, deren Ordnung durch q theilbar ist, und da deren Anzahl gleich $p^\delta(q-1)$ ist, so ist $\delta_0 = \delta - \lambda$. Weil $\mathfrak{C}$ alle Elemente von $\mathfrak{H}$ enthält, deren Ordnung durch q theilbar ist, so ist die Anzahl der mit $\mathfrak{Q}$ conjugirten Gruppen in $\mathfrak{C}$ gleich p^λ. Folglich bilden die mit $\mathfrak{Q}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{C}$ eine Gruppe $\mathfrak{C}_0$ der Ordnung $p^{\delta_0}q$, die der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{C}$ und $\mathfrak{H}_0$ ist. Sie enthält alle Elemente von $\mathfrak{H}_0$, deren Ordnung durch q theilbar ist, steht also zu $\mathfrak{H}_0$ in derselben Beziehung wie $\mathfrak{C}$ zu $\mathfrak{H}$.

Die Gruppe $\mathfrak{C}_0$ der Ordnung $p^{\delta_0}q$ hat eine invariante Untergruppe $\mathfrak{D}_0$ der Ordnung p^{δ_0} und eine invariante Untergruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung q. Nach Satz VI., §. I ist daher jedes Element von $\mathfrak{D}_0$, also auch jedes von $\mathfrak{C}_0$ mit jedem Elemente Q von $\mathfrak{Q}$ vertauschbar. Umgekehrt gehört der Gruppe $\mathfrak{C}_0$ jedes Element R von $\mathfrak{H}$ an, das mit einem in $\mathfrak{Q}$ enthaltenen Elemente Q der Ordnung q vertauschbar ist. Denn zunächst ist R ein Element von $\mathfrak{H}_0$, weil R mit $\mathfrak{Q}$ vertauschbar ist. Ist die Ordnung von R durch q theilbar, so gehört R auch der Gruppe $\mathfrak{C}$ an, also auch dem grössten gemeinsamen Divisor $\mathfrak{C}_0$ von $\mathfrak{C}$ und $\mathfrak{H}_0$. Ist die Ordnung von R nicht durch q

theilbar, so ist es die von QR, da R mit Q vertauschbar ist. Mithin gehört QR, also auch R, der Gruppe $\mathfrak{C}_0$ an. Demnach besteht $\mathfrak{C}_0$ aus allen Elementen von $\mathfrak{H}$, die mit Q vertauschbar sind. Ist aber in einer Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q$ die Anzahl der mit Q vertauschbaren Elemente gleich $p^{\delta-\lambda}q$, so ist die Anzahl der mit Q (in Bezug auf $\mathfrak{H}$) conjugirten Elemente gleich $p^\alpha q : p^{\delta-\lambda}q = p^{\alpha-\delta+\lambda}$. Die $p^\lambda(q-1)$ Elemente von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung gleich q ist, zerfallen also in $(q-1):p^{\alpha-\delta}$ Classen von conjugirten Elementen.

Nach Satz VIII., §. 2 ist

$$p^\lambda \equiv 1 (\text{mod. } q), \qquad q \equiv 1 (\text{mod. } p^{\alpha-\delta}).$$

Ist $\lambda > 0$, so ist folglich $p^\lambda > q \geqq p^{\alpha-\delta}+1$, also $\lambda > \alpha-\delta$. Nun ist $p^\lambda = 1+qu$, und $u \equiv -1 (\text{mod. } p^{\alpha-\delta})$, also $u = -1+p^{\alpha-\delta}v$, wo $v \geqq 1$ ist, mithin

$$p^\lambda - 1 = q(p^{\alpha-\delta}v-1) \geqq (p^{\alpha-\delta}+1)(p^{\alpha-\delta}-1),$$

folglich $\lambda \geqq 2(\alpha-\delta)$ und $\delta \geqq \lambda \geqq 2\alpha-2\delta$. Die Gleichheit kann in diesen Relationen nur dann eintreten, wenn $q = p^{\alpha-\delta}+1$ ist, also da q ungerade ist, wenn $p = 2$ ist. Ist $3\delta < 2\alpha$, so ist $\lambda = 0$, also $\mathfrak{Q}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$.

Erzeugen die $p^\lambda(q-1)$ Elemente von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung gleich q ist, die Gruppe $\mathfrak{L}$ der Ordnung $p^\mu q$, so ist $\mathfrak{L}$ eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und ein Divisor von $\mathfrak{C}$, also ist $\lambda \leqq \mu \leqq \delta$. Ist $\mathfrak{M}$ eine in $\mathfrak{L}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^μ, so ist $\mathfrak{M}$ auch in $\mathfrak{C}$ enthalten, also nach I., §. 2 auch in $\mathfrak{D}$, weil $\mathfrak{C}$ nur diese eine Untergruppe der Ordnung p^δ hat. Daher ist $\mathfrak{M}$ der grösste gemeinsame Divisor der beiden Gruppen $\mathfrak{L}$ und $\mathfrak{D}$, folglich ebenso wie diese, eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und von $\mathfrak{L}$, also die einzige in $\mathfrak{L}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^μ. Ist $\mathfrak{G}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung $p^\gamma q$ ist, so enthält $\mathfrak{G}$ eine Gruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung q, daher auch alle mit $\mathfrak{Q}$ (in Bezug auf $\mathfrak{H}$) conjugirten Gruppen und folglich deren kleinstes gemeinschaftliches Vielfache $\mathfrak{L}$. Die Ordnung der Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{L}}$ ist $p^{\alpha-\mu}$. Liegt also γ zwischen α und μ, so enthält sie nach Satz VI, §. 2 (mindestens) eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{G}}{\mathfrak{L}}$ der Ordnung $p^{\gamma-\mu}$. Daher hat $\mathfrak{H}$ eine invariante Untergruppe der Ordnung $p^\gamma q$. Ist aber $\gamma < \mu$, so ist dies nicht der Fall, weil $\mathfrak{G}$ durch $\mathfrak{L}$ theilbar ist.

Nach Satz IX., §. 2 ist das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{L}$ und $\mathfrak{H}_0$ gleich $\mathfrak{H} = \mathfrak{L}\mathfrak{H}_0$, und weil $\mathfrak{L} = \mathfrak{M}\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{Q}\mathfrak{H}_0 = \mathfrak{H}_0$ ist, so ist $\mathfrak{H} = \mathfrak{M}\mathfrak{H}_0$ auch das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von $\mathfrak{M}$ und $\mathfrak{H}_0$.

Die Gruppe $\mathfrak{H}$ kann nur dann q verschiedene Gruppen $\mathfrak{A}$ enthalten, wenn $q \equiv 1$ (mod. p) ist. Wenn $q-1$ nicht durch p theilbar ist, also immer, wenn $q < p$ ist, muss $\mathfrak{D} = \mathfrak{A}$, $\delta = \alpha$ sein. Die obigen

Entwicklungen lassen sich fast ohne Änderung auf den Fall ausdehnen, wo $h = p^\alpha q^\beta$ ist und q (mod. p) zum Exponenten β gehört, und führen zu dem Satze:

II. *Sind p und q zwei verschiedene Primzahlen, und gehört q (mod. p) zum Exponenten β, so ist jede Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q^\beta$ auflösbar. Hat sie nicht eine invariante Untergruppe der Ordnung p^α, so ist sie zusammengesetzt aus einer Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$ der Ordnung $p^{\alpha-\delta}$, einer Gruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung q^β und einer Gruppe $\mathfrak{D}$ der Ordnung p^δ. Jedes Element der Gruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ hat die Ordnung q, und je zwei ihrer Elemente sind vertauschbar. Die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung $p^{\alpha-\delta}q^\beta$, die eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$ der Ordnung q^β hat, lässt sich als eine primitive Gruppe von Permutationen von q^β Symbolen darstellen, die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$ ist einer homogenen linearen Gruppe der Dimension β mit dem Modul q isomorph.*

$\mathfrak{C}$ und $\mathfrak{D}$ sind zwei charakteristische Untergruppen von $\mathfrak{H}$: Die Gruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^\delta q^\beta$ wird erzeugt von allen $p^\delta(q^\beta-1)$ Elementen von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung durch q theilbar ist. Die Gruppe $\mathfrak{D}$ ist der grösste gemeinsame Divisor von irgend zwei in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen der Ordnung p^α.

Bilden die Elemente von $\mathfrak{H}$, welche mit einer Untergruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung q^β vertauschbar sind, die Gruppe $\mathfrak{H}_0$, und die, welche mit jedem Elemente von $\mathfrak{Q}$ vertauschbar sind, die Gruppe $\mathfrak{C}_0$, so ist $\mathfrak{C}_0$ der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{C}$ und $\mathfrak{H}_0$.

Denn die Anzahl der in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α ist gleich 1 oder q^β, weil es keinen anderen Divisor von q^β giebt, der $\equiv 1$ (mod. p) ist. Enthält $\mathfrak{D}'$ im letzteren Falle q^ρ Gruppen $\mathfrak{B}$, so ist $\rho > 0$ und $q^\rho \equiv 1$ (mod. p), also $\rho = \beta$, und daraus folgt wie oben, dass $\mathfrak{D}' = \mathfrak{H}$ ist. Ebenso erkennt man, dass $\mathfrak{H}$ keine Untergruppe der Ordnung $p^\alpha q^\rho$ hat, wo $0 < \rho < \beta$ ist, da auch in dieser $\mathfrak{A}' = \mathfrak{A}$ und $q^\rho \equiv 1$ (mod. p) wäre. Daher hat $\mathfrak{H}$ auch keine invariante Untergruppe $\mathfrak{R}$ der Ordnung q^ρ $(0 < \rho < \beta)$, da sonst $\mathfrak{A}\mathfrak{R}$ eine Untergruppe der Ordnung $p^\alpha q^\rho$ wäre.

Ist $\delta = 0$, sind also je zwei der q^β Untergruppen $\mathfrak{A}$ theilerfremd, so enthält $\mathfrak{H}$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung q^β. Dagegen hat $\mathfrak{H}$ keine invariante Untergruppe, deren Ordnung eine Potenz von p ist, da jede solche ein Divisor von $\mathfrak{D}$ ist. Weil aber die Ordnung von $\mathfrak{C}$ eine Potenz einer Primzahl ist, so bilden die Elemente von $\mathfrak{C}$, deren Ordnung gleich q ist, und die mit jedem Elemente von $\mathfrak{C}$ vertauschbar sind, eine Gruppe $\mathfrak{R}$ der Ordnung q^ρ, wo $\rho > 0$ ist. Da $\mathfrak{R}$ eine charakteristische Untergruppe von $\mathfrak{C}$ ist, und $\mathfrak{C}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist, so ist $\mathfrak{R}$ auch eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Folglich ist $\rho = \beta$ und $\mathfrak{R} = \mathfrak{C}$. Es ist also $\mathfrak{C}$ eine Gruppe vertauschbarer Elemente der Ordnung q.

Eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α enthält keine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Mit Hülfe von $\mathfrak{A}$ lässt sich daher $\mathfrak{H}$ als transitive Gruppe von Permutationen von q^β Symbolen darstellen, und diese Gruppe ist primitiv, weil $\mathfrak{H}$ keine Untergruppe der Ordnung $p^\alpha q^\epsilon$ hat. Aus den bekannten Eigenschaften einer primitiven auflösbaren Gruppe vom Grade q^β ergiebt sich nicht nur das eben erhaltene Ergebniss über die Constitution der Gruppe $\mathfrak{C}$, sondern auch die Darstellung von $\mathfrak{H}$ durch nicht homogene und die von $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{C}}$ durch homogene lineare Substitutionen von β Unbestimmten, deren Coefficienten nach dem Modul q genommene ganze Zahlen sind.

Ist δ beliebig, aber $<\alpha$, so sind in der Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ je zwei Untergruppen der Ordnung $p^{\alpha-\delta}$ theilerfremd. Alle Sätze, die im Falle $\delta=0$ über die Gruppen $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{C}$ bewiesen sind, gelten daher im allgemeinen Falle von den Gruppen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ und $\frac{\mathfrak{C}}{\mathfrak{D}}$. Auf demselben Wege gelangt man endlich noch zu dem Satze:

III. *Ist n nicht durch die Primzahl p theilbar, und ist kein Divisor von n congruent $1\,(\text{mod.}\, p)$, ausser 1 und n selbst, so hat eine Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha n$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{D}$ der Ordnung p^δ, die der grösste gemeinsame Divisor von irgend zwei in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen der Ordnung p^α ist.*

Hat $\mathfrak{H}$ nicht eine invariante Untergruppe der Ordnung p^α, so lässt sich die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ als primitive Gruppe von Permutationen von n Symbolen darstellen. Ist n durch mehr als eine Primzahl theilbar, so ist $\mathfrak{H}$ nicht auflösbar.

Denn die Anzahl der in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α ist gleich n, und $\mathfrak{H}$ hat keine Untergruppe der Ordnung $p^\alpha m$, wo $1<m<n$ ist (und auch keine Untergruppe der Ordnung $p^\beta m$, wo $\delta<\beta\leqq\alpha$ und $1<m<n$, und m ein Divisor von n ist). Daher hat $\mathfrak{H}$ auch keine invariante Untergruppe der Ordnung m, wo m ein echter Theiler von n ist. Ist $\delta=0$, also $n\equiv 1$ (mod. p^α), so hat $\mathfrak{H}$ auch keine invariante Untergruppe, deren Ordnung eine Potenz von p ist. Nun hat aber jede auflösbare Gruppe eine Untergruppe, deren Ordnung eine Potenz einer Primzahl ist (vergl. Satz IV.). Ist also n nicht eine Potenz einer Primzahl, so kann $\mathfrak{H}$ nicht auflösbar sein. Zu demselben Ergebniss gelangt man mit Hülfe des von Abel (Oeuvres compl. II. p. 222, prop. 3) gefundenen Satzes, dass eine auflösbare Gruppe von Permutationen nur dann primitiv sein kann, wenn ihr Grad eine Potenz einer Primzahl ist. Ist δ beliebig, aber $<\alpha$, so ist demnach $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{D}}$ nicht auflösbar, also auch $\mathfrak{H}$ selbst.

Um eine schärfere Einsicht in den Gang der obigen Entwicklungen zu gewähren, füge ich noch folgende Bemerkung hinzu:

IV. *Ist p^α die höchste Potenz der Primzahl p, die in der Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ aufgeht, und ist für jede Primzahl p der grösste gemeinsame Divisor aller in $\mathfrak{H}$ enthaltenen Gruppen der Ordnung p^α die Hauptgruppe, so ist $\mathfrak{H}$ nicht auflösbar.*

Sei $\mathfrak{R}$ eine von der Hauptgruppe verschiedene invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, die keine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ enthält, ausser der Hauptgruppe und der Gruppe $\mathfrak{R}$ selbst. Ist dann $\mathfrak{H}$ auflösbar, so ist die Ordnung von $\mathfrak{R}$ eine Potenz einer Primzahl, etwa p^ρ, wo $\rho > 0$ ist. Sei p^α die höchste Potenz von p, die in h aufgeht, und $\mathfrak{A}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α. Dann ist jede mit $\mathfrak{A}$ conjugirte Gruppe, also jede in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α durch $\mathfrak{R}$ theilbar, mithin auch der grösste gemeinsame Divisor $\mathfrak{D}$ jener Gruppen. Folglich ist $\mathfrak{D}$ von der Hauptgruppe verschieden.

§. 7.

Den oben bewiesenen Satz kann man so verallgemeinern:

Sind p und q zwei verschiedene Primzahlen, ist m durch kein Quadrat und $m\phi(m)$ weder durch p noch durch q theilbar, so ist jede Gruppe $\mathfrak{S}$ der Ordnung $s = mp^\alpha q$ auflösbar und enthält eine invariante Untergruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q$, und entweder nur eine oder q Untergruppen der Ordnung p^α.

Ist r irgend ein Divisor von s, der zu $\frac{s}{r}$ theilerfremd ist, so hat $\mathfrak{S}$ eine Untergruppe der Ordnung r.

Die zu $\mathfrak{H}$ gehörigen Gruppen $\mathfrak{C}$ und $\mathfrak{D}$ sind auch charakteristische Untergruppen von $\mathfrak{S}$.

Die Elemente von $\mathfrak{S}$, die mit einer Untergruppe der Ordnung p^α vertauschbar sind, bilden eine Gruppe der Ordnung mp^α oder $mp^\alpha q$; die Elemente von $\mathfrak{S}$, die mit einer Untergruppe der Ordnung q vertauschbar sind, bilden eine Gruppe der Ordnung $mp^{\alpha-\lambda}q$.

Ist $m = p_1 p_2 \cdots p_n$, so sind die Primzahlen $p_1, p_2, \cdots p_n$, p und q alle unter einander verschieden, und keine der Zahlen $p_1-1, p_2-1, \cdots p_n-1$ ist durch p oder q theilbar. In meiner Arbeit *Über auflösbare Gruppen*, Sitzungsber. 1893, deren Resultate ich im Folgenden mehrfach gebrauche, habe ich gezeigt, dass eine Gruppe $\mathfrak{S}$ von solcher Ordnung genau $p^\alpha q$ Elemente enthält, deren Ordnung in $p^\alpha q$ aufgeht. Es ist zu beweisen, dass diese eine Gruppe $\mathfrak{H}$ bilden. Dann ist $\mathfrak{H}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{S}$. Ich setze voraus, dass dieser Satz schon bewiesen sei für Gruppen, deren Ordnung ein echter Theiler von s ist. Jeder Divisor von s ist nämlich eine Zahl derselben Form wie s. Um dies einzusehen, braucht man nur die Primfactoren von

m so zu ordnen, dass $p_1 < p_2 < \cdots < p_n$ ist, oder allgemeiner so, dass $p_1 - 1$ und $\frac{m}{p_1}$, $p_2 - 1$ und $\frac{m}{p_1 p_2}$ u. s. w. theilerfremd sind.

Sei $\mathfrak{A}$ eine in $\mathfrak{G}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p^α. Die mit $\mathfrak{A}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{G}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{A}'$ der Ordnung $a' = ap^\alpha$ oder $ap^\alpha q$, wo a ein Divisor von m ist. Im letzteren Falle hat $\frac{\mathfrak{A}'}{\mathfrak{A}}$ eine Untergruppe der Ordnung q, also hat $\mathfrak{A}'$ eine Untergruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q$. Diese ist eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und enthält als Untergruppe von $\mathfrak{A}'$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α. Folglich ist $\mathfrak{A}$ nach II., §. 2 auch eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{G}$, und es giebt in $\mathfrak{G}$ nur eine Untergruppe $\mathfrak{A}$. Daher ist $a' = s$ und $a = m$.

Ist $a' = ap^\alpha$, so enthält $\mathfrak{G}$ genau $\frac{s}{a'}$, also mindestens q Gruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α. Unter diesen wähle man zwei so aus, dass die Ordnung p^δ ihres grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}$ möglichst gross ist.

Ist $\delta = 0$, sind also je zwei jener Gruppen $\mathfrak{A}$ theilerfremd, so enthalten sie, da ihre Anzahl $\geqq q$ ist, zusammen mindestens $(p^\alpha - 1)q$ Elemente, deren Ordnung in p^α aufgeht. Daher enthält $\mathfrak{G}$ höchstens q Elemente der Ordnung q, hat also eine invariante Untergruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung q, und enthält auch nicht mehr als q Gruppen $\mathfrak{A}$, so dass $a = m$ ist. Die Gruppe $\frac{\mathfrak{G}}{\mathfrak{Q}}$ der Ordnung mp^α hat eine invariante Untergruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{Q}}$ der Ordnung p^α, und mithin hat $\mathfrak{G}$ selbst eine invariante Untergruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q$.

Sei nun $\delta > 0$. Die mit $\mathfrak{D}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{G}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{D}'$ der Ordnung $d' = bp^\beta$ oder $bp^\beta q$, wo b ein Divisor von m ist. Diese enthält nicht eine invariante Untergruppe $\mathfrak{B}$ der Ordnung p^β, und daher kann nicht $d' = bp^\beta$ sein.

Die Ordnung $bp^{\beta-\delta}q$ der Gruppe $\frac{\mathfrak{D}'}{\mathfrak{D}}$ ist ein echter Theiler von s. Sie hat daher eine invariante Untergruppe der Ordnung $p^{\beta-\delta}q$, und folglich hat $\mathfrak{D}'$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\beta q$. Diese hat nicht eine invariante Untergruppe $\mathfrak{B}$ der Ordnung p^β, weil sonst $\mathfrak{B}$ nach II., §. 2 eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{D}'$ wäre. Mithin enthält $\mathfrak{H}$ q verschiedene Gruppen $\mathfrak{B}$, und $\mathfrak{D}'$ ebenso viele, weil alle Elemente von $\mathfrak{D}'$, deren Ordnung in $p^\beta q$ aufgeht, in $\mathfrak{H}$ enthalten sind. Folglich giebt es in $\mathfrak{G}$ genau q Gruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α, die durch $\mathfrak{D}$ theilbar sind, und $\mathfrak{D}$ ist auch der grösste gemeinsame Divisor von je zwei jener q Gruppen. Daher enthalten sie zusammen $(p^\alpha - p^\delta)q$ Elemente, die nicht der Gruppe $\mathfrak{D}$ angehören. Da $\mathfrak{D}$ auch der grösste gemeinsame Divisor von je zwei der q Gruppen $\mathfrak{B}$ ist,

so hat $\mathfrak{H}$ eine invariante Untergruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^\delta q$, welche die invariante Untergruppe $\mathfrak{D}$ enthält und ausserdem noch $p^\delta(q-1)$ Elemente, deren Ordnung durch q theilbar ist. Mithin sind die $p^\delta q$ Elemente der Gruppe $\mathfrak{C}$ verschieden von den oben definirten $(p^\alpha - p^\delta)q$ Elementen, deren Ordnung in p^α aufgeht, und bilden mit ihnen zusammen die sämmtlichen $p^\alpha q$ Elemente von $\mathfrak{S}$, deren Ordnung in $p^\alpha q$ aufgeht. Folglich giebt es in $\mathfrak{S}$ nicht mehr als jene $p^\delta(q-1)$ Elemente, deren Ordnung durch q theilbar ist und in $p^\alpha q$ aufgeht. Die von diesen erzeugte Gruppe $\mathfrak{C}$ ist demnach eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{S}$ und ebenso nach II., §. 2 die Gruppe $\mathfrak{D}$. Mithin ist $\mathfrak{D}' = \mathfrak{S}$, $d' = s$, $\beta = \alpha$, $b = m$.

Die Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p^\alpha q$ enthält alle Elemente von $\mathfrak{S}$, deren Ordnung in $p^\alpha q$ aufgeht, also alle Untergruppen $\mathfrak{A}$ der Ordnung p^α. Daher giebt es in $\mathfrak{S}$ genau q Gruppen $\mathfrak{A}$, und es ist

$$a' = \frac{s}{q} = mp^\alpha.$$

Ebenso enthält $\mathfrak{H}$ alle Elemente von $\mathfrak{S}$, deren Ordnung gleich q ist, mithin alle Untergruppen $\mathfrak{Q}$ der Ordnung q. Ihre Anzahl ist also ein Divisor von p^α, etwa p^λ. Bilden folglich die mit $\mathfrak{Q}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{S}$ eine Gruppe $\mathfrak{S}_0$, so ist deren Ordnung $s_0 = mp^{\alpha-\lambda} q$.

Ist r ein Divisor von s, der zu $\frac{s}{r}$ theilerfremd ist, so enthält $\mathfrak{S}$ mindestens eine Untergruppe der Ordnung r: Ich setze voraus, dass auch dieser Satz schon für alle Gruppen bewiesen ist, deren Ordnung ein echter Theiler von s ist. Sei $p_1 < p_2 < \cdots < p_n$.

Ist r nicht durch q theilbar, so sei p_λ die letzte der Zahlen $p_1, p_2, \cdots p_n$ und $p_{n+1} = p^\alpha$, die in r aufgeht, und $\mathfrak{P}$ eine in $\mathfrak{S}$ enthaltene Gruppe der Ordnung p_λ. Die mit $\mathfrak{P}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{S}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{P}'$, deren Ordnung nach der oben citirten Arbeit durch $p_1 p_2 \cdots p_\lambda$ theilbar, also gleich $p_1 p_2 \cdots p_\lambda c$ ist. Nach der gemachten Voraussetzung enthält $\frac{\mathfrak{P}'}{\mathfrak{P}}$ eine Gruppe der Ordnung $\frac{r}{p_\lambda}$, also $\mathfrak{P}'$ eine Gruppe der Ordnung r.

Ist r durch $p^\alpha q$ theilbar, so enthält $\frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{H}}$ eine Gruppe der Ordnung $\frac{r}{p^\alpha q}$, also $\mathfrak{S}$ eine Gruppe der Ordnung r.

Ist endlich r durch q, aber nicht durch p theilbar, so enthält die Gruppe $\frac{\mathfrak{S}_0}{\mathfrak{Q}}$ eine Gruppe der Ordnung $\frac{r}{q}$, also $\mathfrak{S}_0$ eine Gruppe der Ordnung r.

Über das optische Drehungsvermögen von Körpern im krystallisirten und im flüssigen Zustande.

Von Hermann Traube
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. C. Klein.)

Von den bis jetzt bekannten regulären oder optisch einaxigen, in Lösung activen Substanzen lassen die meisten im krystallisirten Zustande Circularpolarisation vermissen. Die Mehrzahl dieser Körper besitzt allerdings im amorphen Zustande ein geringes Drehungsvermögen. Würde bei diesen Körpern die moleculare Drehung in den Krystallen erhalten bleiben, so wäre bei den meisten die Erkennung der Circularpolarisation bei der Unmöglichkeit der Herstellung genügend dicker Krystallplatten kaum zu erwarten. Einige Substanzen jedoch, insbesondere der Patchoulicampher, drehen im amorphen Zustande die Polarisationsebene des Lichtes so stark, dass auch in dünneren Platten ein etwa vorhandenes Drehungsvermögen sich leicht nachweisen lassen müsste. Des Cloizeaux[1] konnte aber in 7^{mm} dicken Krystallplatten des Patchoulicamphers, denen eine Drehung von mindestens $7°$ im amorphen Zustande entsprochen haben würde, keine Circularpolarisation erkennen. Hiernach erschien die Annahme wohl gerechtfertigt, dass die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in Krystallen ganz unabhängig von der molecularen sei und dass die moleculare Drehung in regulären und optisch einaxigen Krystallen vollständig aufgehoben werden könne. Nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen ist das Drehungsvermögen im krystallisirten Zustande bei den hier in Betracht kommenden Körpern stets viel stärker als im amorphen. Eine erneute Untersuchung des Patchoulicamphers und anderer hierher gehöriger Substanzen führte indess zu dem Schluss, dass diese Annahme wohl nicht zutreffend sei.

[1] Des Cloizeaux. Compt. rend. 70, 1209; 1870.

1. Patchoulicampher $C_{15}H_{26}O$.

Der Patchoulicampher wurde zuerst, wie bereits angeführt, von Des Cloizeaux untersucht, der ihn als hexagonal beschreibt. Die leicht in über Centimeter grossen, klaren Krystallen zu erhaltende Substanz zeigt stets nur Prisma und die zugehörige Pyramide; die Ausbildung der Pyramide deutet nicht darauf hin, dass diese Form als Combination zweier correlater Rhomboeder aufzufassen sei. Es gelang auch nicht, deutliche Ätzfiguren darzustellen, durch welche die Abtheilung des hexagonalen Systems hätte ermittelt werden können, in der dieser Campher krystallisirt.[1] In Platten, welche sehr genau senkrecht zur optischen Axe geschnitten waren, konnte ich Circularpolarisation erkennen. Alle untersuchten Krystalle erwiesen sich als linksdrehend. Ich beobachtete für Na-Licht:

bei einer $2^{mm}75$ dicken Platte einen Drehungswinkel von .... $-3°64$, $[\alpha]_D = -1°32$

bei einer $2^{mm}80$ dicken Platte einen Drehungswinkel von .... $-3°73$, $[\alpha]_D = -1°33$

das Mittel dieser beiden Werthe ist...... $[\alpha]_D = -1°325$

Das specifische Gewicht des Patchoulicamphers ist nach Gal[2] 1.051.

Die moleculare specifische Drehung fand Montgolfier[3] zu $[\alpha]_D = -124°5$ nach dem Drehungsvermögen in alkoholischen Lösungen und $-118°$ für geschmolzenen Campher. Berechnet man diese Werthe auf 1^{mm} und für das specifische Gewicht der krystallisirten Substanz, so ergiebt sich:

$-1°308$ bez. $-1°240$,

$-1°325$ betrug die Drehung für 1^{mm} der krystallisirten Substanz.

Hiernach kann man annehmen, dass beim Patchoulicampher das Drehungsvermögen im krystallisirten und amorphen Zustand das Gleiche ist.

2. Laurineencampher $C_{10}H_{16}O$.

Der Laurineencampher krystallisirt, wie ich an einer anderen Stelle gezeigt habe, hexagonal trapezoëdrisch tetartoëdrisch[4]. Des Cloizeaux[5] konnte bei ihm gleichfalls Circularpolarisation nicht wahrnehmen; von Seherr-Thoss[6] fand für 1^{mm} Plattendicke $[\alpha]_D = +0°65$. Als Mittel-

[1] In der Physikal. Krystallographie von P. Groth, Leipzig 1894, S. 458, ist der Patchoulicampher ohne nähere Litteraturangabe als hexagonal trapezoëdrisch tetartoëdrisch angegeben.

[2] Gal. Zeitschr. f. Chemie 1869, S. 220.

[3] Montgolfier. Bull. soc. chim. 28, 414; 1877.

[4] H. Traube. Neues Jahrb. f. Mineral. Beilagebd. 9 Heft 3. 1895.

[5] Des Cloizeaux. Compt rend. 48, 1064; 1859.

[6] von Seherr-Thoss. Zeitschr. f. Krystallogr. 23, 583; 1894.

werth des specifischen molecularen Drehungsvermögens nach den Untersuchungen von LANDOLT[1] und von E. RIMBACH[2] erhält man $[\alpha]_D = +55°.52$; auf eine Schicht von 1^{mm} Dicke und auf das specifische Gewicht des krystallisirten Camphers 0.998 berechnet ergiebt sich:

+ 0°.554 für amorphen Campher,

+ 0°.65 beträgt die Drehung für 1^{mm} des krystallisirten Camphers.

Unter der Erwägung, dass die Bestimmung des so schwachen Drehungsvermögens im krystallisirten Campher, die an nicht sehr dicken Platten ausgeführt werden konnte, nur angenäherte Werthe zu geben vermag, kann man auch für den Laurineencampher annehmen, dass das Drehungsvermögen im krystallisirten Zustande von dem molecularen nicht abweicht.

3. Maticocampher $C_{12}H_{20}O$.

Die Circularpolarisation im hexagonal trapezoëdrisch tetartoëdrisch krystallisirenden Maticocampher wurde bereits von C. HINTZE[3] untersucht, die Drehung im geschmolzenen Zustande habe ich früher bestimmt[4]. Nach einer neuen Beobachtung von WYROUBOFF[5] sollen die Krystalle dieser Substanz derartige Unregelmässigkeiten in ihren optischen Eigenschaften aufweisen, dass eine genaue Bestimmung des Drehungsvermögens im krystallisirten Zustande nicht möglich sei. Die von WYROUBOFF erhaltenen Werthe sollen nach verschiedenen Praeparaten um den doppelten Betrag von einander abweichen. Durch eine erneute Untersuchung von 3 Platten verschiedener Stärke von Krystallen, die ich der Freundlichkeit des Hrn. VON SEHERR-THOSS in Berlin verdanke, habe ich die Angaben WYROUBOFF's, die nach den genauen Bestimmungen HINTZE's unwahrscheinlich erschienen, nicht bestätigen können. Ich fand für Na-Licht

bei einer 6^{mm}.70 dicken Platte einen Drehungswinkel von	—12°.14, $[\alpha]_D = -1.81$
bei einer 4^{mm}.71 dicken Platte einen Drehungswinkel von	—9.26, $[\alpha]_D = -1.96$
bei einer 2^{mm}.83 dicken Platte einen Drehungswinkel von	—5.26, $[\alpha]_D = -1.86$
	Mittel $[\alpha]_D =$ 1.877

[1] LANDOLT. LIEBIG's Annal. 189, 332; 1877.
[2] E. RIMBACH. Zeitschr. f. physikal. Chemie 9, 698; 1892.
[3] C. HINTZE. POGG. Ann. 157, 127; 1876.
[4] H. TRAUBE. Zeitschr. f. Krystallogr. 22, 50; 1893.
[5] WYROUBOFF. Ann. d. Phys. (3) 3, 453; 1894.

Dieser Werth weicht von dem von HINTZE gefundenen von $[\alpha]_D = 2^\circ.07$ nur unbedeutend ab. Das specifische Gewicht des Maticocamphers fand ich zu 1.080 bei 15° C. Das specifische Drehungsvermögen im geschmolzenen Zustande wurde von mir früher zu $[\alpha]_D = -29^\circ.17$ bestimmt, also für 1mm und das specifische Gewicht des krystallisirten Camphers berechnet $= -0^\circ.315$, es ist also ungefähr den sechsten Theil so stark, wie das in Krystallen beobachtete.

4. Weinsaures Rubidium $Rb_2C_4H_4O_6$.

Das neutrale weinsaure Rubidium wurde zuerst von WYROUBOFF[1] untersucht, der es als rhombisch (pseudohexagonal) beschrieb. Ich fand, dass dieses Salz hexagonal trapezoëdrisch tetartoëdrisch krystallisirt und die rechtsweinsaure Verbindung linksdrehend ist. Bevor meine Untersuchungen zum Abschluss gelangten, gab WYROUBOFF[2] in einer neuen Mittheilung ebenfalls an, beim rechtsweinsauren Rubidium Linksdrehung beobachtet zu haben, ohne auf eine nähere krystallographische Untersuchung einzugehen.

Krystallform: Hexagonal trapezoëdrisch tetartoëdrisch

$$a:c = 1:1.82396.$$

Beobachtete Formen: $+R\kappa(10\bar{1}1)$, $-R\kappa(01\bar{1}1)$, $+\frac{1}{2}R\kappa(10\bar{1}2)$, $-\frac{1}{2}R\kappa(01\bar{1}2)$, $+2R\kappa(20\bar{2}1)$, $-2R\kappa(02\bar{2}1)$ $\infty R(10\bar{1}0)$.

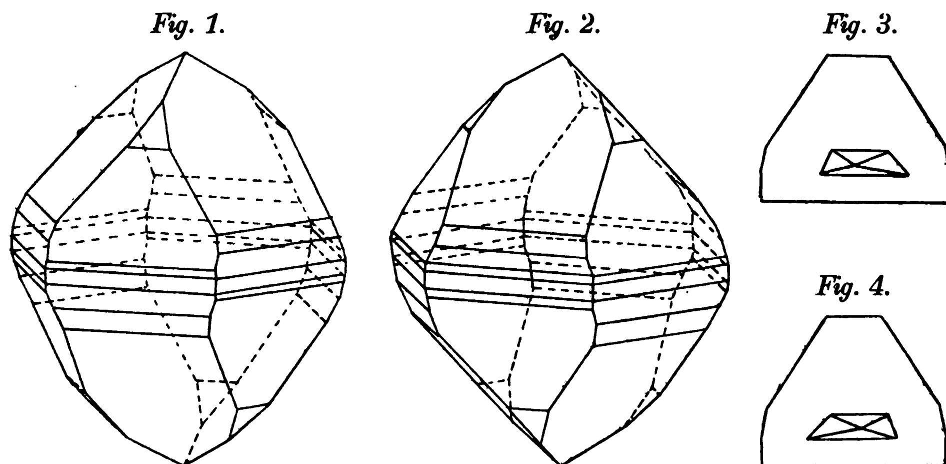
	Gemessen	Berechnet	WYROUBOFF gemessen
$10\bar{1}1:10\bar{1}0$	25° 23'		
$10\bar{1}1:01\bar{1}1$	53 38	53° 42' 4"	
$10\bar{1}1:\bar{1}101$	104 6	103 55 22	
$10\bar{1}1:01\bar{1}2$	52 4	51 57 41	53° 45'
$10\bar{1}2:01\bar{1}2$	77 43	77 48 8	
$20\bar{2}1:\bar{2}201$	114 54	114 50 16	
$10\bar{1}1:01\bar{1}1$	57 31	57 25 8	
$10\bar{1}1:10\bar{1}2$	18 1	18 8 16	18° 20'
$10\bar{1}1:20\bar{2}1$	11 56	12 1 40	
$20\bar{2}1:10\bar{1}0$	13 19	13 21 20	

Die sich zuerst aus der Mutterlauge abscheidenden Krystalle zeigen meist beide Rhomboeder im Gleichgewicht ausgebildet. Bei längerem Fortwachsen zeigen jedoch die positiven und negativen Rhomboeder in der Grösse ihrer Flächen sehr starke Unterschiede. Beim rechtsweinsauren Rubidium herrscht $+R$ gegen $-R$, $-\frac{1}{2}R$ gegen $+\frac{1}{2}R$, $-2R$ gegen $+2R$ vor, s. Fig. 1; beim linksweinsauren umgekehrt, s. Fig. 2. Die Flächen der beiden ersten stumpferen Rhomboeder übertreffen die der Grundrhomboeder häufig an Grösse; das Prisma fehlt oft ebenso $+2R$ und $-2R$.

---

[1] WYROUBOFF. Bull. de la soc. min. de France 10, 56; 1883.
[2] WYROUBOFF. Ann. de Phys. (3) 3, 451; 1894.

Die trapezoëdrische Tetartoëdrie geht erst aus den mit Wasser auf den Flächen der Grundrhomboeder erzeugten Ätzfiguren hervor. Bei der grossen Löslichkeit des Salzes gelingt es nur in seltenen Fällen, mit Wasser oder verdünnter Mutterlauge deutliche Ätzeindrücke



zu erhalten; sie stellen vierflächige asymmetrische Pyramiden dar. Die Winkel an der Spitze der Flächen der Ätzpyramiden sind in ihrer Grösse untereinander verschieden. Bei dem rechtsweinsauren Rubidium liegt auf $+R$ von den beiden seitlichen Flächen der Ätzpyramide die Fläche mit dem kleineren Winkel an der Spitze auf der rechten, mit dem grösseren auf der linken Seite, s. Fig. 3, bei dem linksweinsauren Salz umgekehrt, s. Fig. 4. Aus der Gestalt der Ätzfiguren auf den Rhomboederflächen geht herzor, dass die Krystalle nur eine zweiseitige dreizählige Symmetrieaxe und drei gleichberechtigte zweizählige Queraxen besitzen; diese Symmetrieverhältnisse entsprechen der trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Gruppe im hexagonalen System[1]. Nach der Gestalt der Ätzfiguren würde man auch das rechtsweinsaure Rubidium vom linksweinsauren unterscheiden können, die sonst in ihren Formen übereinstimmen.

Doppelbrechung negativ. Die Krystalle besitzen ein starkes Drehungsvermögen, und zwar drehen die Krystalle des rechtsweinsauren Salzes links, die des linksweinsauren rechts, wie auch bereits WYROUBOFF angegeben hat. Ich fand bei dem rechtsweinsauren Rubidium:

für eine $1^{mm}.95$ dicke Platte	$-19°.60$	,	$[\alpha]_D =$	$-10°.05$
» » $4^{mm}.00$ » »	$-41°.69$		$=$	$-10°.425$
		Mittel	$[\alpha]_D =$	$-10°.24$
		WYROUBOFF erhielt:	$[\alpha]_D =$	$-10°.7$

[1] TH. LIEBISCH. Physikal. Krystallogr. Leipzig 1891, 42.

Beim linksweinsauren Rubidium fand ich:

für eine $2^{mm}.14$ dicke Platte $+21°.20$, $[\alpha]_D = +\ 9°.91$
» » $3^{mm}.07$ » » $+39°.98$ $= +10°.33$

Mittel $[\alpha]_D = +10°.12$
Wyrouboff erhielt: $[\alpha]_D = +10°.5$

Hrn. Dr. E. Rimbach, der behufs Erörterung einer anderen Frage die Drehung wässeriger Rubidiumtartratlösungen verschiedener Concentrationen genau bestimmt hat, verdanke ich die Mittheilung, dass sich die specifische Drehung des rechtsweinsauren Salzes für den Strahl D ausdrücken lässt durch die Formel:

$$[\alpha]_D^{20°} = +25°.628 - 0.06123q.$$

In dieser Formel bedeutet q die in 100 Gewichtstheilen der Lösung vorhandene Menge des inactiven Lösungsmittels; dieselbe gilt für den Bereich der Concentrationen 10.3–64.5, und es kann somit die Drehung der reinen Substanz im amorphen Zustande mit genügender Sicherheit durch eine ihrem Betrage nach nicht allzu bedeutende Extrapolation gesetzt werden zu:

$$[\alpha]_D = +25°.628.$$

Wyrouboff will die sehr unwahrscheinliche Beobachtung gemacht haben, dass das moleculare Drehungsvermögen dieses Tartrats sich mit der Concentration nicht im Geringsten ändere, er fand für alle Concentrationen:

beim rechtsweinsauren Rubidium $[\alpha]_D = +20°.1$
» linksweinsauren Rubidium $[\alpha]_D = -20°.2$.

Der Werth $[\alpha]_D = +25°.628$ auf eine Schicht von 1^{mm} Dicke und das specifische Gewicht des krystallisirten Salzes, das ich zu 2.694 bei 14° C. fand, berechnet, ergiebt:

$+\ 0°.69$ Drehung für 1^{mm} des Tartrats im amorphen Zustand,
$-10°.24$ beträgt die Drehung im krystallisirten Zustand.

Vergleicht man ohne Rücksicht auf den verschiedenen Sinn des Drehungsvermögens die Circularpolarisation im krystallisirten Zustande mit der des amorphen, so ergiebt sich, dass das rechtsweinsaure Rubidium in Krystallen ein ungefähr 15 mal so starkes Drehungsvermögen besitzt, als in amorphem Zustande; Wyrouboff hatte eine 19.5 mal so grosse Drehung angegeben.

Die Erscheinung, dass das rechtsweinsaure Rubidium in Krystallen links drehe und das linksweinsaure rechts, welche noch nie

beobachtet sei, hält WYROUBOFF für entscheidend für die Frage, dass die Circularpolarisation im krystallisirten Zustande stets ganz unabhängig von dem molecularen Drehungsvermögen sei. Diese Schlussfolgerung ist nicht ohne Weiteres zulässig. Dass der Sinn des Drehungsvermögens bei ein und demselben Körper nach Umständen wechseln kann, ist bereits seit langer Zeit beobachtet. Bekanntlich kann man auch für die Drehungsrichtung der Derivate eines Körpers in Bezug auf die der ursprünglichen Substanz keine bestimmte Regel feststellen; die im freien Zustande linksdrehende Äpfelsäure z. B. dreht in ihren Salzen rechts[1]. Eine active Substanz kann auch mit entgegengesetztem Drehungsvermögen auftreten, wenn die Lösung mit gewissen Stoffen versetzt wird. So verhalten sich Asparagin und Asparaginsäure in alkalischer Lösung links-, in saurer rechtsdrehend[2]; rechtsweinsaurer Kalk dreht in wässeriger Lösung rechts, in salzsaurer links[3]. Der Sinn des Drehungsvermögens bei der Äpfelsäure hängt von der Concentration der Lösung ab[4]. Am auffallendsten aber zeigen sich solche Erscheinungen bei der gewöhnlichen Weinsäure selbst. Dieselbe ist in wässeriger Lösung rechtsdrehend, im festen Zustande kann sie, wie BIOT[5] fand, Linksdrehung annehmen. In Bezug auf die Vorstellungen, die man sich über die Ursachen dieses Drehungswechsels bereits früher gemacht hat, sei an dieser Stelle nur auf die Ausführungen PRIBRAM's[6] verwiesen.

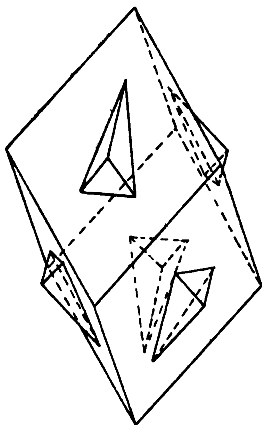
Die Erscheinung, dass rechtsweinsaures Rubidium in Krystallen links dreht, hat in der That wenig Ungewöhnliches an sich.

WYROUBOFF[7] giebt ferner an, dass das traubensaure Rubidium ganz ebenso wie das weinsaure, wasserfrei in rhombischen Krystallen auftrete, die pseudorhomboedrische Verwachsungen darstellen. Aus meinen Untersuchungen ergiebt sich, dass bei einer gewissen noch nicht näher bestimmten Temperatur das traubensaure Rubidium ähnlich wie das traubensaure Natron-Ammoniak als rechts- und linksweinsaures Salz nebeneinander auskrystallisirt. Die von WYROUBOFF als traubensaures Rubidium angesprochenen Krystalle sind vielmehr rechts- und linksweinsaures Rubidium. Es ist bemerkenswerth, dass die zuerst aus einer Auflösung von traubensaurem Rubidium sich abscheidenden Krystalle von rechts- und linksweinsaurem Salz gewöhnlich nur das Grundrhomboeder zeigen; erst bei längerem Wachs-

[1] PASTEUR. Ann. de chim. et de phys. (3) 31, 67; 1851.
[2] PASTEUR. Ann. de chim. et de phys. (3) 31, 61; 1851.
[3] PASTEUR. Ann. de chim. et de phys. (3) 28, 56; 1850.
[4] SCHNEIDER. LIEBIG's Annalen 207, 257; 1881.
[5] BIOT. Ann. de chim. et de phys. (3) 28, 56; 1850.
[6] PRIBRAM. Ber. der deutsch. chem. Gesellsch. 20, 1893; 1887.
[7] WYROUBOFF. Bull. de la soc. minér. de Fr. 10, 58; 1883.

thum treten noch die anderen Rhomboeder hinzu. Nach der Krystallform kann man, wie bereits oben bemerkt wurde, das rechtsweinsaure Salz nicht von dem linksweinsauren unterscheiden, wohl aber nach den Ätzfiguren; doch ist diese Unterscheidung bei der Schwierigkeit der Darstellung deutlicher Ätzeindrücke nur in seltenen Fällen möglich. Ziemlich häufig treten jedoch Durchwachsungszwillinge von rechts- und linksweinsaurem Rubidium auf, die in Fig. 5 dargestellt sind, beide Individuen haben die Verticalaxe gemeinsam. Gelingt es, diese Zwillinge in genügender Grösse zu erhalten, so kann man in Platten senkrecht zur optischen Axe die Airy'schen Spiralen im convergenten polarisirten Licht beobachten. Bei niedriger Temperatur krystallisirt das traubensaure Rubidium auch als solches aus, jedoch nicht wasserfrei, sondern mit 2 Mol. Krystallwasser. Es stellt dann grosse, monokline, tafelförmige Krystalle dar.

Fig. 5.



5. Weinsaures Caesium $Cs_2C_4H_4O_6$.

Das bisher noch nicht untersuchte weinsaure Caesium krystallisirt ebenso wie das Rubidiumtartrat wasserfrei und ist mit diesem isomorph; es wurde nur das rechtsweinsaure Salz untersucht.

Krystallform: hexagonal trapezoëdrisch tetartoëdrisch

$$a : c = 1 : 1.80754.$$

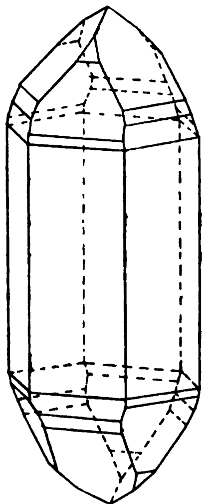
Beobachtete Formen: $+R\kappa(10\bar{1}1)$, $-R\kappa(01\bar{1}1)$, $+\frac{1}{2}R\kappa(10\bar{1}2)$, $-\frac{1}{2}R\kappa(01\bar{1}2)$, $+2R\kappa(20\bar{2}1)$ $-2R\kappa(02\bar{2}1)$, $\infty R(10\bar{1}0)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}1 : 10\bar{1}0$	25° 36′	·
$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1$	53 48	53° 36′ 24″
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	102 38	102 42 24
$10\bar{1}1 : 0\bar{1}12$	51 18	51 21 12
$10\bar{1}2 : \bar{1}102$	77 31	77 24 30
$20\bar{2}1 : \bar{2}201$	114 56	114 44 44
$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1$	57 19	57 22 27
$10\bar{1}1 : 10\bar{1}2$	18 13	18 10 41
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}1$	12 11	12 7 32
$20\bar{2}1 : 10\bar{1}0$	13 39	13 28 18

Im Gegensatz zum Rubidiumtartrat ist beim weinsauren Caesium das Prisma stets mit sehr grossen Flächen (Fig. 6) entwickelt, die Rhomboeder zeigen, aber bei beiden die gleiche Ausbildung. Die wasserhellen Krystalle sind etwas zerfliesslich; es hält daher noch schwerer, deutliche Ätzfiguren zu erhalten, wie beim Rubidiumsalz,

die übrigens mit den bei jenem zu beobachtenden vollständig übereinstimmen. Doppelbrechung negativ. Stets sind die Krystalle des Caesiumtartrats optisch anomal, in dickeren Schnitten senkrecht zur optischen Axe kann man Feldertheilung beobachten, auch sonst zeigen die Krystalle mancherlei Störungen in ihrem Bau. Das optisch anomale Verhalten ist nicht durch isomorphe Beimengung anderer Salze verursacht, denn eine spectroskopische Untersuchung ergab keine fremden Bestandtheile. Die meisten Platten senkrecht zur optischen Axe lassen deutliche Zweiaxigkeit erkennen, der Axenwinkel kann eine Grösse von etwa 20° erreichen; die Grösse des Axenwinkels und die Lage der Ebene der optischen Axen sind an ein und demselben Praeparat veränderlich. Trotz der Zweiaxigkeit kann man Circularpolarisation beobachten; die Grösse der Drehung in ein und derselben Platte ist an verschiedenen Stellen erheblich verschieden, eine genaue Bestimmung des Drehungsvermögens ist daher, so lange es nicht gelingt, Krystalle ohne Störungen im Aufbau zu erhalten, ausgeschlossen. Sämmtliche untersuchten Krystalle des rechtsweinsauren Caesiums sind linksdrehend. In einer 1^{mm}.23 dicken Platte fand ich an einer Stelle eine Drehung von —17°.35, an einer anderen von —23°.04, demnach $[\alpha]_D = -14°.1$ bez. —19°.02. Bei derartigen Schwankungen musste von einem Vergleich mit dem molecularen Drehungsvermögen abgesehen werden. Das specifische Gewicht des Caesiumtartrats bei 14° C. wurde zu 3°.03 bestimmt.

Fig. 6.



Es gelang nicht, das weinsaure Kali, welches sonst mit 1 Mol. H_2O krystallisirt, durch Krystallisation bei höherer Temperatur oder aus einer stark mit Kalihydrat versetzten Mutterlauge in wasserfreien hexagonalen Krystallen zu erhalten. Auch aus Lösungen, welche auf 1 Gewichtstheil Kaliumtartrat 2 Theile Rubidiumtartrat enthielten, schieden sich nur monokline Mischkrystalle von weinsaurem Kali und weinsaurem Rubidium mit 1 Mol. H_2O von der Form des reinen Kalisalzes aus.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergiebt sich, dass entweder das moleculare Drehungsvermögen von in Lösung activen Substanzen in Krystallen unverändert erhalten bleibt (Patchoulicampher, Laurineencampher), oder die Circularpolarisation in den Krystallen an Grösse zunimmt. Man dürfte wohl nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dass im letztgenannten Falle sich das durch die Lagerung der Atome im Molecül bewirkte Drehungs-

vermögen addirt zu einer von dieser jedenfalls unabhängigen Drehung, welche durch die Art des Aufbaues der Krystallmolecüle verursacht wird. Beim Maticocampher, bei dem die Circularpolarisation in Krystallen sechsmal so gross, wie das moleculare Drehungsvermögen ist, würde sich unter dieser Voraussetzung als Werth für die Drehung in Krystallen nach Abzug des Betrages, welcher der molecularen zuzuschreiben ist, ergeben:

$$[\alpha]_D = -(1^\circ\!.877 - 0^\circ\!.315) = -1^\circ\!.562.$$

Der Erscheinung, dass beim weinsauren Rubidium und weinsauren Caesium die moleculare Drehung ihrem Sinne nach der krystallographischen entgegengesetzt ist, könnten zwei verschiedene Ursachen zu Grunde liegen. Es wäre einmal vielleicht denkbar, dass auch der Sinn des molecularen Drehungsvermögens bei dem Übergang der Substanz in den krystallisirten Zustand gewechselt hat. In mancher Hinsicht würde ein solches Verhalten dem ähnlich sein, welches, wie oben erwähnt, die gewöhnliche in Lösung rechtsdrehende Weinsäure im festen (amorphen) Zustand zeigt. Jedoch kann man sich auch vorstellen, dass die Drehung des rechtsweinsauren Rubidiums in Krystallen: $[\alpha]_D = -10^\circ\!.24$ sich additiv zusammensetzt aus der $+0^\circ\!.69$ betragenden molecularen Rechtsdrehung und einer krystallographischen Linksdrehung im Betrage von $-10^\circ\!.93$:

$$[\alpha]_D = -10^\circ\!.93 + 0^\circ\!.69 = -10^\circ\!.24.$$

Bei dieser Annahme würde sich also für die krystallographische Drehung des rechtsweinsauren Rubidiums der Werth $[\alpha]_D = -10^\circ\!.93$ ergeben, der grösser als der direct zu beobachtende ist.

Nach diesen Ausführungen stände nun zu erwarten, dass in allen Fällen bei Substanzen, welche im amorphen Zustande ein Drehungsvermögen zeigen, in optisch einaxigen und regulären Krystallen Circularpolarisation zu beobachten sein müsste. Dies ist jedoch bekanntlich nicht der Fall. Es ist aber hierbei zu bedenken, dass ein verhältnissmässig hohes specifisches Drehungsvermögen einer activen Substanz im amorphen Zustande sich bei der Berechnung auf 1^{mm} Dicke auf einen bedeutend niedrigeren Betrag reducirt. Der Laurineencampher zeigt im amorphen Zustande das relativ sehr grosse Drehungsvermögen von $+55^\circ$, also für 1^{mm} nur die sehr geringe Drehung von $+0^\circ\!.55$ (beobachtet $+0^\circ\!.65$), die in der That auch von Des Cloizeaux nicht bemerkt worden ist. Da nun die anderen hier in Betracht kommenden Substanzen eine geringere moleculare Drehung aufweisen als der Laurineencampher, so liegt es nahe anzunehmen, dass die Drehung im krystallisirten Zustande nie verschwindet, vielmehr nur in Anbetracht der oben

geschilderten Verhältnisse in den meisten Fällen der Beobachtung entgehen wird. Als Beleg hierfür diene Folgendes.

Für Traubenzucker-Chlornatrium $2C_6H_{12}O_6 + NaCl + H_2O$ fand ich in einer Lösung der Concentration 57^{g}92 in 100^{ccm} $[\alpha]_D = +43°61$. Hiernach würde in Krystallen, falls die moleculare Drehung erhalten bliebe, ein Drehungsvermögen von $+0°65$ für 1^{mm} (berechnet auf das specifische Gewicht 1.53 der krystallisirten Substanz) zu erwarten sein, das sich mit Sicherheit wohl erst in 0^{cm}5 dicken Platten nachweisen liesse. Derartige homogene Platten hat man aber bei den so leicht Störungen im Aufbau zeigenden Krystallen dieser Substanz noch nicht erhalten können. Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse bei dem von mir dargestellten Coniin-Thonerdealaun $(C_8H_{17}N)_2H_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O$; eine Lösung dieser Substanz, welche in 100^{ccm} 46^g enthielt, zeigte ein specifisches Drehungsvermögen $[\alpha]_D = +0°68$; auf 1^{mm} Dicke und das specifische Gewicht der Krystalle 1.7 berechnet, würde für 1^{mm} des krystallisirten Alauns eine Drehung von $+0°015$ ergeben, die wohl erst in 3–4^{cm} dicken Platten zu erkennen ist.

Die Mehrzahl der untersuchten Krystallplatten ist im optischen Institut von Dr. STEEG und REUTER in Homburg v. d. H. angefertigt worden.

Das Drehungsvermögen der Krystalle wurde mittelst eines LAURENT-schen Halbschattenapparates bestimmt.

Vorstehende Arbeit wurde im mineralogischen Institut und im zweiten chemischen Institut der Universität Berlin ausgeführt.

Ausgegeben am 28. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.

XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

28. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Brunner hielt einen Vortrag über 'die Geburt eines lebenden Kindes und das eheliche Vermögensrecht'.

2. Hr. von Bezold legte die umstehend folgende Mittheilung der HH. J. Elster und H. Geitel in Wolfenbüttel 'über die Abhängigkeit des lichtelektrischen Stromes vom Azimuth und Einfallswinkel des Lichtes' vor.

Über die Abhängigkeit des lichtelektrischen Stromes vom Azimuth und Einfallswinkel des Lichtes.

Von Dr. J. Elster und H. Geitel
in Wolfenbüttel.

(Vorgelegt von Hrn. von Bezold.)

Nachdem sich herausgestellt hatte, dass die Intensität des durch Beleuchtung der Kathode in einem verdünnten Gase eingeleiteten elektrischen Stromes von der Orientirung der Polarisationsebene des Lichtes gegen die Kathodenfläche abhängt[1], haben wir uns bemüht, die näheren Bedingungen dieser Erscheinung zu finden. Wir verfuhren dabei nach dem in der vorigen Abhandlung angedeuteten Plane, neben dem Azimuth des polarisirten Lichtes auch den Einfallswinkel zu verändern.

Als Kathode diente uns wie früher die flüssige Natrium-Kaliumlegirung, eingeschlossen in einem kugelförmigen evacuirten Glasrecipienten; ihr gegenüber stand die aus einem Platindrahte gebildete Anode. Die Recipienten hatten einen Durchmesser von 50^{mm}, die Grösse ist so bemessen, dass man die Oberfläche der Legirung in ihrer Mitte als fast eben betrachten kann. Wesentlich ist die vollkommene Reinheit des flüssigen Metallspiegels; ein Strahlenbündel von intensivem Lichte darf von dem Punkte, den es trifft, in keiner Weise diffus reflectirt werden, die beleuchtete Stelle muss für ein Auge, das nicht in der Richtung gegen den reflectirten Strahl blickt, völlig unsichtbar bleiben. Die Stromquelle war eine Batterie von 100 bis 400 Zink-Salmiaklösung-Kohle-Elementen in der Gesammtspannung von 420 Volt. Das Licht lieferte ein in einer durch Sauerstoff angeblasenen Leuchtgasstichflamme weissglühendes Zirkonscheibchen. Wir führten dies mittelst eines Halters fest in das Gehäuse eines Skioptikons ein; aus diesem traten die durch die Condensator-

[1] J. Elster und H. Geitel. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. VI. S. 134. 1894.

linse gesammelten Strahlen durch eine zweite Linse parallel gemacht in das verdunkelte Zimmer. Durch eine Blende konnte ein Strahlenbündel von beliebig kleinerem Querschnitte abgegrenzt werden. Das Skioptikon war mit Linse und Blende fest verbunden und liess sich, ohne dass eine gegenseitige Lagenänderung dieser Theile eintrat, in einer verticalen Ebene drehen, so dass dem Lichtstrahle Winkel gegen das Einfallsloth von 90° bis 40° gegeben werden konnten. Kleinere Einfallswinkel stellten wir durch Reflexion des horizontalen Strahles an einem um eine horizontale Axe drehbaren Silberspiegel her. Es war erforderlich, dafür zu sorgen, dass der Lichtstrahl immer denselben Punkt, nämlich die unter der Anodenspitze gelegene Mitte der Kathodenfläche traf. Offenbar muss in diesem Falle der Strahl vor und nach seiner Reflexion an der letzteren die Glaswand des kugelförmigen Recipienten in gleichen Höhen schneiden. An den Stellen des Ein- und Austritts ist das auf die Glasfläche projicirte Bild der Blende (bei den meisten Versuchen war sie von rechteckiger Form, die längere Seite horizontal) scharf erkennbar, und man kann die Zelle leicht so verschieben, dass dies Bild beiderseits in gleicher Höhe über dem Niveau des flüssigen Metalles liegt. Durch Abgreifen mittels eines Cirkels ist die Gleichheit dieser Höhen mit einiger Schärfe festzustellen. Eine der Zellen, die besonders zu den Control-Bestimmungen diente, konnten wir mit dem flüssigen Metalle gerade halb anfüllen. War sie in der beschriebenen Art gegen den Strahl eingestellt, so musste dieser durch ihren Mittelpunkt gehen, also die Glaswand in jeder Lage normal schneiden; das in die Zelle eintretende Licht behielt daher für alle Azimuthe der Polarisationsebene constante Intensität. Die Messung des die Zelle durchlaufenden Stromes geschah mit Spiegel und Scala an einem Galvanometer, die zur Beleuchtung der Scala dienende Lampe war so weit entfernt, dass ihr Licht die Zelle nicht beeinflusste. Zur Bestimmung des Einfallswinkels des Lichtes gegen die horizontale Kathodenfläche verwandten wir eine Vorrichtung, die auch zur Messung von Sonnenhöhen gebraucht wird. Von dem Mittelpunkte eines in halbe Grade getheilten Kreisquadranten aus Pappe hängt an einem feinen Faden ein Bleiloth herab, der Aufhängefaden spielt vor der Gradtheilung. Auf der Verlängerung des einen der den Quadranten begrenzenden Radien über den Mittelpunkt hinaus ist normal zu seiner Ebene ein Stift befestigt. Der Apparat wird so gehalten, dass der aus dem Skioptikon austretende Strahlencylinder den Schatten des Stiftes in der Richtung des Radius entwirft. Der Einfallswinkel ist dann dem Winkel zwischen dem Schatten und dem Faden gleich und kann an der Theilung abgelesen werden.

Lässt man den Lichtstrahl, nachdem er ein NICOL'sches Prisma passirt hat, unter einem beliebigen, von Null verschiedenen, Einfallswinkel die Kathodenfläche treffen, so erhält man, entsprechend unsern früheren Versuchen, bei Drehung des Prismas eine periodisch veränderliche Stromintensität. Die Maxima werden beobachtet, wenn der Hauptschnitt des Nicols mit der Einfallsebene zusammenfällt, die Polarisationsebene des Strahles also senkrecht zur Einfallsebene steht, die Minima in der hierzu normalen Stellung. Bezeichnet man die am Galvanometer gemessene Stromintensität im ersteren Falle mit A, im zweiten mit B, ist α der Winkel, um welchen das Prisma gegen die erste Lage gedreht ist, so lässt sich die beobachtete Stromintensität für jeden Werth von α mit einer innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler liegenden Genauigkeit durch die Formel:

$$J = A\cos^2\alpha + B\sin^2\alpha$$

darstellen.

Wir legen zur Bestätigung der Formel einige Beobachtungsreihen vor:

I.

Zelle 1, halb mit der KNa-Legirung angefüllt.

A. Einfallswinkel = 70°.

Datum: 27. Januar 1895.

Azimuth α	0	15	30	45	60	75	90
Stromintensität J (beob.) .	149.6	138.0	111.0	74.6	38.9	12.7	3.2
Stromintensität J (ber.) ..	147.3	137.6	111.3	75.2	39.3	12.9	3.2
Differenz	+ 2.6	+ 0.4	− 0.3	− 0.6	− 0.4	− 0.2	—

B. Einfallswinkel = 66°.

Azimuth α	0	15	30	45	60	75	90
Stromintensität J (beob.) .	144.0	132.5	107.0	72.3	38.3	12.5	4.0
Stromintensität J (ber.) ..	141.6	132.4	107.2	72.8	38.4	13.2	4.0
Differenz..............	+ 2.4	+ 0.1	− 0.2	− 0.5	− 0.1	− 0.7	—

C. Einfallswinkel = 40°.

Azimuth α	0	15	30	45	60	75	90
Stromintensität J (beob.) .	161.3	149.5	122.0	85.9	47.0	19.0	7.1
Stromintensität J (ber.) ..	161.7	151.3	123.1	84.5	45.8	17.5	7.1
Differenz	− 0.4	− 1.8	− 1.1	+ 1.4	+ 1.2	+ 1.5	—

Bemerkung: Die Reihen *A*, *B*, *C* sind nicht unter einander vergleichbar, da die Intensität des angewandten Lichtes nicht die gleiche für alle war.

D. Einfallswinkel = 23°.

Datum: 1. Februar 1895.

Azimuth α	0	15	30	45	60	75	90
Stromintensität J (beob.) .	96.8	91.8	79.7	63.3	42.9	30.0	28.1
Stromintensität J (ber.) ..	97.2	92.5	79.9	62.6	45.4	32.7	28.1
Differenz	− 0.4	− 0.7	− 0.2	+ 0.7	− 2.5	− 2.7	—

II.

Zelle 2, etwa $\frac{1}{4}$ mit der KNa-Legierung angefüllt.

Einfallswinkel = 65°.

Datum: 31. December 1894.

Azimuth	0	15	30	45	60	75	90
Stromintensität (beob.) ...	105.4	98.6	79.6	53.8	28.0	8.7	2.1
Stromintensität (ber.)	105.5	98.6	79.7	53.8	28.0	9.0	2.1
Differenz	− 0.1	0.0	− 0.1	0.0	0.0	− 0.3	—

Um die Nullstellung des polarisirenden Prismas, d. h. die Stellung, in welcher die Polarisationsebene des Lichtes zur Einfallsebene normal ist, möglichst sicher festzulegen, wurde zunächst von dem einen von uns der Polarisator langsam gedreht, während der andere die Stromintensität am Galvanometer beobachtete, bis das Maximum A erreicht war. Dann wurde durch Drehung des Nicols um 90° das Minimum B eingestellt und abgelesen. Da nun nach der Natur der Function J ihre Veränderlichkeit in der Nähe von 0° und 90° nur gering ist, so stellten wir nun auf die empfindlichste Lage, nämlich $\alpha = 45°$, ein. Für dieses Azimuth ist $J = \frac{A+B}{2}$ zu erwarten. Der beobachtete Werth kommt diesem berechneten stets sehr nahe, daher kann man durch eine kleine Correction am Nicol es leicht dahin bringen, dass er mit ihm identisch ist. Die so erhaltene Stellung des Nicols betrachteten wir als dem Azimuth von 45° genau entsprechend, vorausgesetzt, dass bei der nachfolgenden Controlbeobachtung A und B sich als annähernd unverändert geblieben erwiesen.

Die in der Reihe (J ber.) aufgeführten Zahlen sind in folgender Weise erhalten: Zunächst wurde von allen beobachteten Werthen von J der Minimalwerth B (für $\alpha = 90°$) subtrahirt. Da nun die Formel sich auch in der Gestalt:

$$J - B = (A - B)\cos^2\alpha$$

schreiben lässt, so liess sich für alle Werthe des Azimuthes α die Differenz $A - B$ berechnen. Aus den von $\alpha = 0$ bis $\alpha = 75°$ ge-

fundenen Zahlen wurde dann das Mittel M genommen und dies zur Berechnung von J in die Formel:

$$J = M \cdot \cos^2 \alpha + B$$

eingesetzt.

Der Zweck jener Rechnung ist nur auf eine Ausgleichung der den einzelnen Beobachtungen anhaftenden Fehler gerichtet.

Die Einfallswinkel unter 40° wurden, wie bemerkt, durch Reflexion des horizontalen Strahles an dem Silberspiegel erhalten, das NICOL'sche Prisma war zwischen dem Spiegel und der Zelle eingeschaltet. Die Methode wird in diesem Falle in ihrer Genauigkeit dadurch beeinträchtigt, dass das vom Spiegel reflectirte Licht eine geringe elliptische Polarisation hat. Eine Drehung des Nicols würde daher an sich eine Änderung der Intensität des durchgehenden Lichtes und daher auch eine proportionale der Stromstärke in der Zelle bewirken. Dass der hierin liegende Fehler gegenüber den unvermeidlichen Schwankungen der Intensität des Zirkonlichtes von geringem Einflusse ist, stellten wir durch besondere photometrische Messungen fest, bei denen eine lichtelektrische Zelle mit starrer, zum Strahle senkrechter Kathode aus Natrium zur Vergleichung der aus dem Nicol kommenden Lichtmengen diente.

Zur Elimination der Veränderlichkeit der Lampe wurde nach jeder Messungsreihe die Anfangsstellung erneuert, und nur solche Reihen sind beibehalten, in denen keine erhebliche Änderung der Lichtstärke bemerkt wurde.

Nach unseren früheren Untersuchungen ist die Intensität des lichtelektrischen Stromes unter sonst gleichen Umständen der Lichtstärke, also dem Quadrate der Amplitude proportional. Die obige Formel spricht daher nichts Anderes aus, als dass der Proportionalitätsfactor für Licht, senkrecht und parallel zu der Einfallsebene polarisirt, verschieden ist. Sei a die Amplitude des polarisirten Lichtes, dessen Schwingungsebene (nicht Polarisationsebene) mit der Einfallsebene den Winkel α bildet, so sind die Amplituden in und senkrecht zu der Einfallsebene $a \cos \alpha$ und $a \sin \alpha$, also die Intensitäten $a^2 \cos^2 \alpha$ und $a^2 \sin^2 \alpha$. Ist x der Proportionalitätsfactor für die erstere, y für die zweite Lage, so ist die gesammte Stromintensität:

$$J = a^2 x \cos^2 \alpha + a^2 y \sin^2 \alpha$$

und das Verhältniss $x:y$ ist durch den Quotienten $\frac{A}{B}$ gegeben.

Im Allgemeinen sind die Werthe von $A = a^2 x$ und $B = a^2 y$ verschieden, nur bei verschwindend kleinem Einfallswinkel sind sie, wie selbstverständlich ist, identisch. Dabei nimmt der erstere mit wachsendem Einfallswinkel zunächst stark zu, bis dieser einen Betrag von

etwa 60° erreicht hat, um von da an wieder abzunehmen, der letztere nimmt mit steigendem Einfallswinkel durchweg ab, so dass bei einem Winkel zwischen 60° und 65° (vergl. Tab. I *A* und II) das Verhältniss *A* : *B* etwa gleich 50 : 1 wird.

Die genaue Bestimmung des Winkels, für welchen bei zur Einfallsebene senkrecht polarisirtem Lichte das Maximum des photoelektrischen Stromes eintritt, begegnet grossen Schwierigkeiten. Vor Allem dürfte die Constanz der Lichtstärke für die verschiedenen Neigungen des Strahles nicht leicht zu erreichen sein, auch führt die Nothwendigkeit, die Zellen vor jeder Messung zu der veränderten Strahlrichtung neu einzustellen, zu Zeitverlusten und daher bei veränderlicher Lichtintensität zu Fehlern. Daher schwanken die für jenen Winkel gefundenen Werthe zwischen 58° und 66°. Auch die Vergrösserung der beleuchteten Stelle auf der Kathode bei wachsendem Einfallswinkel könnte die Resultate beeinflussen, doch compensirt sich die hierin liegende Fehlerquelle zum Theil von selbst, da die Intensität des Lichtes auf der Flächeneinheit in gleichem Maasse abnimmt, wie die beleuchtete Oberfläche sich vergrössert.

Bei Einfallswinkeln unter 40° wäre auch zu beachten, dass der Silberspiegel bei verschiedenen Stellungen nicht genau die gleichen Lichtmengen reflectirt, indessen ruht das Hauptinteresse gerade auf den Beobachtungen, die für Einfallswinkel zwischen 40° und 80° gewonnen sind.

Wir halten es für sehr wahrscheinlich, dass die viel grössere lichtelektrische Wirksamkeit des senkrecht zur Einfallsebene polarisirten Lichtes im Zusammenhange mit der von Hrn. Quincke[1] entdeckten Thatsache steht, dass solches Licht mit weit grösserer Intensität in Metallschichten eindringt, als das parallel der Einfallsebene polarisirte.

Fasst man einen Strahl natürlichen Lichtes als aus zwei senkrecht zu einander polarisirten Strahlen von der halben Intensität bestehend auf, so folgt, bei der ungleich stärkeren lichtelektrischen Wirkung der zur Einfallsebene senkrecht polarisirten Componente, dass auch das natürliche Licht bei einem Einfallswinkel von etwa 60° ein Maximum der Stromintensität geben muss. Dieser Schluss wird in der That durch den Versuch bestätigt.

Es liegt die Vermuthung nahe, dass dieser Einfallswinkel in der Nähe von 60° zugleich der Polarisationswinkel der Natrium-Kaliumlegirung für die elektrisch wirksamen, d. h. besonders die blauen Strahlen ist. Wir haben den Versuch gemacht, zur Bestimmung

[1] G. Quincke. Pogg. Ann. 129. S. 177. 1866.

dieses Winkels die Methode, die von Hrn. Knoblauch[1] bei seinen Untersuchungen über die elliptische Polarisation der Wärmestrahlen bei der Reflexion an Metallen angewendet ist, auf diese photoelektrische Untersuchung zu übertragen. Wir liessen unter dem Azimuth 45° polarisirtes Licht auf die Natrium-Kaliumfläche fallen und nach der Reflexion durch ein zweites Nicol'sches Prisma senkrecht auf die starre Natriumkathode einer in den Stromkreis der Batterie eingeschalteten lichtelektrischen Zelle treffen. Diese letztere Zelle diente demnach nur zur Messung der durch den zweiten Nicol gedrungenen Lichtintensitäten, sie vertrat die Thermosäule in der entsprechenden Untersuchung über die Wärmestrahlen. Aus den für die verschiedenen Azimuthe des zweiten Nicols gefundenen Lichtstärken konnte nach dem von Hrn. Knoblauch angegebenen Verfahren das Axenverhältniss und die Stellung der Schwingungsellipse des von der Natrium-Kaliumfläche reflectirten Lichtes bestimmt werden. Der Polarisationswinkel ist dann daran zu erkennen, dass für ihn das Axenverhältniss der Eins am nächsten kommt, während die Richtung der grossen Axe senkrecht, die der kleinen parallel zu der Einfallsebene liegt. Der Versuch ergab, dass diese Merkmale für einen Winkel in der Nähe von 65° zutrafen, doch ist zu bemerken, dass auch diese Angabe nur als ziemlich rohe Annäherung betrachtet werden darf. Es erscheint uns daher vor der Hand kein Widerspruch in der Annahme zu liegen, dass das Maximum des photoelektrischen Stromes bei zur Einfallsebene senkrecht polarisirtem Lichte dann eintritt, wenn der Strahl die Kathode unter dem Polarisationswinkel trifft.

Es wäre wünschenswerth, die Bestimmung des Polarisationswinkels auch auf rein optischem Wege mittels des Babinet'schen Compensators auszuführen. Allerdings sind die gebräuchlichen Methoden, bei denen die zu untersuchende Substanz in Form eines drehbaren Spiegels verwandt wird, durch die flüssige Beschaffenheit der Alkalimetalllegirung ausgeschlossen.

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich in kurzer Zusammenfassung so aussprechen:

Bezeichnet α das Azimuth des polarisirten Strahles, gerechnet von der Lage an, in welcher die Polarisationsebene zur Einfallsebene senkrecht steht, die elektrischen Verschiebungen also in der Einfallsebene erfolgen, sind A und B die Intensitäten des photoelektrischen Stromes für $\alpha = 0$ und $\alpha = 90°$, so ist die Stromintensität allgemein darstellbar durch die Formel:

$$J = A \cos^2\alpha + B \sin^2\alpha.$$

[1] H. Knoblauch. Nova acta Leopold. 50. S. 487. 1887.

A und B hängen vom Einfallswinkel ab. Abgesehen vom Einfallswinkel Null (für welchen $A = B$), ist A stets grösser als B und wächst mit dem Einfallswinkel, bis dieser bei etwa 60° dem Polarisationswinkel nahe kommt, vielleicht mit ihm identisch wird, um von da an wieder abzunehmen. B nimmt mit wachsendem Einfallswinkel durchgehends ab und scheint sich bei streifender Incidenz der Null zu nähern.

Auch bei natürlichem Lichte ist die Intensität des photoelektrischen Stromes ein Maximum bei einem Einfallswinkel in der Nähe von 60°.

Sämmtliche Resultate beziehen sich auf die natürliche freie Oberfläche der im Verhältniss der Aequivalente zusammengesetzten, bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Legirung der Metalle Natrium und Kalium.

Ausgegeben am 7. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

7. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. E. Fischer las 'über die Verbindungen der Zucker mit den Alkoholen und Ketonen' und knüpfte daran Bemerkungen 'über den Einfluss der Configuration auf die Wirkung der Enzyme'.

2. Hr. C. Klein legte eine Arbeit des Hrn. Dr. H. Baumhauer in Lüdinghausen vor 'über den Skleroklas von Binn'.

3. Hr. Waldeyer desgl. eine solche des Dr. Gerota in Bukarest 'über den ano-rectalen Lymphapparat'.

4. Hr. Schwendener desgl. eine solche des Dr. Kuckuck auf Helgoland 'über Schwärmsporen-Bildung bei den Tilopterideen'.

5. Hr. F. E. Schulze desgl. eine Abhandlung des Hrn. Prof. Rohde in Breslau 'über Ganglienzellen, Axencylinder, Punktsubstanz und Neuroglia'.

Die Mittheilungen 1–3 folgen hier, die 4. und 5. werden später erscheinen.

Hr. Auwers legte drei mit dem grossen Équatorial coudé der Pariser Sternwarte aufgenommene von Hrn. M. Loewy eingesandte Mondphotographien vor, positive Vergrösserungen von Focalaufnahmen, die Landschaften Albategnius, Ptolemaeus, und Alpen und Apenninen darstellend.

Über die Verbindungen der Zucker mit den Alkoholen und Ketonen.

Von Emil Fischer.

Das früher beschriebene[1] Verfahren, Alkoholglucoside mit Hülfe starker Salzsäure zu bereiten, hat den doppelten Nachtheil, dass es bei den leicht zerstörbaren Zuckern, besonders bei den Ketosen, unbefriedigende Resultate giebt, und dass in allen Fällen die spätere Entfernung der Säure recht lästig ist. Diese Mängel fallen bei Anwendung von sehr verdünnter Salzsäure weg, und die Reaction findet ebenso vollkommen statt, wenn sie durch längeres Erwärmen unterstützt wird. Um Methylglucosid zu bereiten, genügt es z. B., Traubenzucker mit der fünffachen Menge Methylalkohol, welcher nur 0.25 Procent Salzsäure enthält, 50 Stunden auf 100° zu erwärmen und die ohne Entfernung der Säure eingedampfte Lösung der Krystallisation zu überlassen. Ebenso wie bei dem älteren Verfahren bilden sich auch hier gleichzeitig die beiden Stereoisomeren, α- und β-Methylglucosid. Aber neben ihnen entsteht noch ein drittes Product, welches anfänglich an Menge überwiegt und später grösstentheils in die Glucoside übergeht. Will man dasselbe gewinnen, so ist es rathsam, den fein gepulverten Traubenzucker bei Zimmertemperatur mit 20 Theilen Methylalkohol, welcher 1 Procent Chlorwasserstoff enthält, 10–12 Stunden bis zur völligen Lösung kräftig zu schütteln, dann die Flüssigkeit nach Entfernung der Salzsäure mit Silbercarbonat im Vacuum zu verdampfen und den Rückstand mit Essigaether auszulaugen. Die Verbindung konnte hier leider ebenso wenig wie bei den anderen Zuckerarten krystallisirt und analysirt werden; sie bildet einen farblosen, süssen, in Wasser und Alkohol sehr leicht, in Aceton und Essigaether ziemlich schwer löslichen Syrup, welcher die Fehling'sche Lösung und Phenylhydrazin nicht verändert, von Emulsin, Hefeninfus und Diastase nicht gespalten, dagegen durch warme wässerige Säuren ausserordentlich leicht in Glucose zurückverwandelt wird.

[1] Diese Sitzungsberichte 1893.

Da sie also offenbar die Aldehydgruppe des Traubenzuckers nicht mehr enthält und auch von den beiden Glucosiden ganz verschieden ist, so halte ich sie für das von mir längst gesuchte Glucosedimethylacetal $CH_2OH.(CHOH)_4CH(OCH_3)_2$, das Analogon der viel beständigeren Glucosemercaptale[1].

Beim Erhitzen mit der verdünnten alkoholischen Säure geht das vermeintliche Acetal unter Verlust von Alkohol in die beiden Glucoside über. Diese Verwandlung findet aber nicht vollständig statt, sondern es resultirt stets ein Gemisch der drei Producte, unter welchen allerdings das α-Methylglucosid an Menge überwiegt. Da das Gleiche eintritt, wenn man eines der beiden reinen Glucoside genau in derselben Art behandelt, so nehme ich an, dass der Vorgang, welcher vom Acetal zum Glucosid führt, umkehrbar ist, dass ferner die Verwandlung der Glucoside in einander über das Acetal führt und dass mithin die drei Verbindungen als Factoren eines Gleichgewichtszustandes resultiren.

Bei Anwendung von starker alkoholischer Salzsäure liegen übrigens die Verhältnisse ganz ähnlich. Nur ist es hier schwierig, das Acetal rein zu gewinnen, da ihm von vornherein die Glucoside in grösserer Quantität beigemengt sind.

Das neue bequeme Verfahren ist bezüglich der Alkohole fast ebenso allgemein anwendbar wie das frühere; es wurde mit Traubenzucker bei Methyl-, Aethyl-, Propyl- und Isopropylalkohol und Glycerin geprüft. Dagegen ist bei den kohlenstoffreichen Alkoholen, wie der Amyl- und Benzylverbindung, die geringe Löslichkeit des Zuckers recht hinderlich, und ich würde hier die ältere Vorschrift vorziehen.

Besondere Vortheile aber bietet die neue Methode bei den gegen starke Säuren sehr empfindlichen Ketosen. So gelingt es durch einprocentige Salzsäure schon bei gewöhnlicher Temperatur die Fructose und Sorbose in Methylderivate zu verwandeln, welche ganz den Charakter der Glucoside tragen. Selbst das noch viel unbeständigere Benzoylcarbinol lässt sich auf diese Art methyliren.

Endlich gestattet die Anwendung der verdünnten Säure, auch die Ketone mit den Zuckern zu combiniren. Genauer untersucht wurden die Verbindungen des Acetons mit der Rhamnose, Arabinose, Fructose und Glucose. Auffallender Weise ist ihre Zusammensetzung verschieden. Während die Rhamnose nur 1 Mol. Aceton aufnimmt, treten die drei anderen Zucker mit 2 Mol. des Ketons unter Verlust von 2 Mol. Wasser zusammen. Trotzdem zeigen alle vier Producte in ihrem Verhalten die grösste Ähnlichkeit; sie verändern weder die Fehling'sche Lösung noch das Phenylhydrazin, werden aber durch Erwärmen mit wässrigen Säuren ausserordentlich leicht in die Componenten gespalten. Die

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 27. 673.

erste Verbindung halte ich für ein Analogon der Glucoside und nenne sie desshalb Aceton-Rhamnosid. Dagegen ist die Structur der drei anderen zweifelhaft, wesshalb ich für sie die anspruchsloseren Namen Arabinose-*di*-Aceton, Fructose-*di*-Aceton und Glucose-*di*-Aceton vorschlage.

Traubenzucker und Galactose lassen sich wegen ihrer geringen Löslichkeit nicht direct mit dem Aceton verbinden, und die gleiche Schwierigkeit zeigt sich auch für die anderen Zucker bei den kohlenstoffreichen Ketonen. Am besten eignet sich noch für solche Versuche die leicht lösliche Rhamnose, welche z. B. von der zehnfachen Menge Acetessigaether mit einem Gehalt von 1 Procent Chlorwasserstoff bei andauerndem Schütteln verhältnissmässig rasch, d. h. in etwa 12 Stunden, gelöst und gebunden wird.

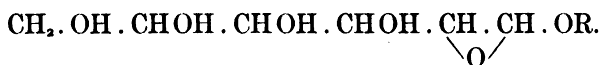
Bei den anderen Zuckern erreicht man übrigens dasselbe auf einem kleinen Umweg, indem man das leicht lösliche Acetal mit den Ketonen combinirt. Ich werde diese Modification, welche mir mannigfacher Anwendung fähig scheint, bei dem Glucose-*di*-Aceton genauer beschreiben.

Dagegen sind alle Versuche, die Zucker mit den einfachen Aldehyden zu verbinden, an der Neigung der letzteren zur Polymerisation und Condensation, gescheitert.

Die früher von mir aufgestellte Structurformel der Glucoside


$$CH_2OH.CHOH.CH.CHOH.CHOH.CH.OR \quad (\text{CH}\!-\!O\!-\!\text{CH})$$

steht mit den neuen Beobachtungen in bestem Einklang. Dieselbe basirt in erster Linie auf dem Nachweis, dass diese Zuckerderivate sich nicht wie Aldehyde, sondern wie Acetale verhalten. Denselben Gedanken hat gleichzeitig mit mir Hr. R. Marchlewski ausgesprochen und anfänglich auch durch Annahme obiger Formel praecisirt[1]. Aber bald nachher verliess er dieselbe wieder und ersetzte sie durch folgende[2]:


$$CH_2.OH.CHOH.CHOH.CHOH.CH.CH.OR. \quad (\text{CH}\!-\!O\!-\!\text{CH})$$

Veranlasst wurde er zu dieser Änderung durch eine unrichtige Interpretation der Osazonbildung bei den Zuckern. Er meinte, dieselbe bekunde eine so grosse Neigung des α-Kohlenstoffatoms, Phenylhydrazin zu fixiren, dass die Glucoside wenigstens 1 Mol. Hydrazin aufnehmen müssten, wenn die α-Carbinolgruppe darin enthalten wäre. Hr. Marchlewski übersah aber bei seiner Deduction, dass die Verwandlung des Glucosephenylhydrazons in Osazon ein Oxydationsvor-

---

[1] Journ. Chem. Soc. London 1893. 1137.

[2] Ber. d. D. chem. Ges. 1893. 2928.

gang ist und dass die α-Carbinolgruppe nur dann leicht oxydirt wird, wenn sie mit der Hydrazon- oder Aldehydgruppe combinirt ist. Den besten Beweis dafür giebt das Verhalten gegen Fehling'sche Lösung; bei den Säuren und Alkoholen der Zuckergruppe, welch' letztere nicht reduciren, fehlt auch die Wirkung des Phenylhydrazins auf das α-Carbinol. Warum soll die Festlegung der Aldehydgruppe in den Glucosiden nicht den gleichen Einfluss haben? Hr. Marchlewski hat ferner übersehen, dass ich dieselbe Frage schon vor ihm und mit ganz anderem Resultate discutirte. Aus der Thatsache, dass das Methylbenzoïn noch als Keton reagirt, zog ich den Schluss, dass die Gruppe — CO.CHOH — allein nicht für die Glucosidbildung genüge. Die nachfolgenden Beobachtungen über das ganz verschiedene Verhalten des Benzoylcarbinols und der Ketohexosen können dieser Folgerung als neue kräftige Stütze dienen. Trotzdem halte ich es noch immer für wünschenswerth, dass auch ein Oxyaldehyd, wie der Glycolglycerin oder der noch unbekannte Mandelaldehyd in Bezug auf die Glucosidbildung geprüft werde.

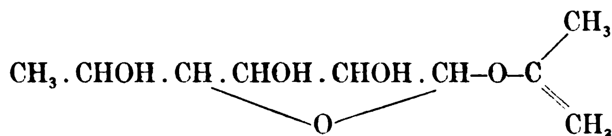
Aus der Glucosidformel einen Schluss auf die Structur der Aldosen zu ziehen, habe ich schon früher als gewagt bezeichnet. Wie richtig diese Vorsicht war, zeigte bald darauf die Darstellung der Glucosemercaptale[1] und beweist noch mehr die jetzige Erfahrung, dass der Glucosidbildung die Entstehung einer acetalartigen Verbindung voraufgeht. Ein solches Zwischenproduct wird man wohl auch noch bei der Bereitung der Pentacetylglucosen finden. Keine dieser Verwandlungen kann darum als Beweis für die von Tollens aufgestellte Formel des Traubenzuckers gelten, und seitdem Villiers und Fayolle[2] gezeigt haben, dass die Aldosen unter gewissen Vorsichtsmaassregeln auch die fuchsinschweflige Säure färben, fällt jeder Grund fort, die alte Aldehydformel zu verlassen.

Am Allerwenigsten vermag ich die von Marchlewski[3] zu Gunsten der aethylenoxidartigen Structurformel angeführte Indifferenz des Natriumglucosats gegen Phenylhydrazin als entscheidendes Moment anzuerkennen, obschon ich die Richtigkeit der Beobachtung gerne bestätige. Man weiss doch jetzt aus zahlreichen Fällen, dass die Structur der Metallverbindungen keineswegs immer dieselbe wie diejenige der ursprünglichen Verbindung ist; man könnte darum auch annehmen, dass Natriumglucosat das Derivat eines Oxymethylens $CH_2OH(CHOH)_3.COH = CHONa$ sei, welches leicht aus der Aldehydform entsteht. Aber solche Erklärungen scheinen mir gar nicht ein-

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 27. 673.
[2] Bull. soc chim. Paris 1894. 692.
[3] Ber. d. D. chem. Ges. 26. 2928.

mal nöthig, um die Aldehydformel des Zuckers zu vertheidigen. Warum soll die Anlagerung des Metalls nicht die Wirkung der Aldehydgruppe des Zuckers auf das Hydrazin verhindern? Ich habe darüber einige Versuche angestellt. Bei den neutralen Aldehyden und Ketonen, ferner bei der Laevulinsäure und dem Salicylaldehyd findet allerdings die Bildung der Phenylhydrazone auch in alkalischer Lösung ziemlich rasch statt. Dagegen wird beim Benzoylaceton der Vorgang durch Alkali sehr stark beeinflusst. Während das Doppelketon in der zehnfachen Menge Aether gelöst und mit der gleichen Menge Phenylhydrazin bei Zimmertemperatur zusammengebracht schon nach 30 Minuten eine reichliche Krystallisation des Hydrazons[1] liefert, blieb eine ebenso concentrirte wässerige Lösung von Benzoylacetonkalium nach Zusatz der gleichen Menge Phenylhydrazin mehrere Stunden lang völlig klar. Nach 12 Stunden war allerdings ein Öl abgeschieden, aber noch nach 36 Stunden konnte aus der Lösung durch starke Kalilauge unverändertes Benzoylacetonkalium gefällt werden. Ferner bestand das Öl zum grösseren Theil aus dem Hydrazon des Acetophenons, welches durch Spaltung des Doppelketons bekanntlich entsteht, und enthielt keine nachweisbaren Mengen von Benzoylacetonphenylhydrazon. Ob in demselben etwas Methyldiphenylpyrrazol vorhanden war, habe ich nicht geprüft, da das Resultat des Versuchs genügend beweist, wie stark die normale Reaction zwischen dem Doppelketon und dem Hydrazin durch die Anwesenheit des Alkalis verändert wird.

Grössere Schwierigkeiten als die Alkoholglucoside bieten der theoretischen Erklärung die Acetonderivate. Nimmt man an, dass in denselben das Keton wie ein ungesättigter secundärer Alkohol fungirt, so liesse sich die Structur des Acetonrhamnosid durch die Formel



[1] Die Verbindung, welche von Bülow und mir früher nur flüchtig erwähnt wurde (Ber. d. D. chem. Ges. 18. 2135), bildet feine weisse Nadeln, welche für die Analyse aus warmem Aether umkrystallisirt und im Vacuum getrocknet wurden.

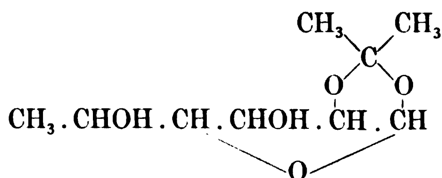
0g1964 gaben 0g5461 CO_2 und 0g1140 H_2O.

0g1686 gaben 15ccm6 N bei 11°5 und 761mm Druck.

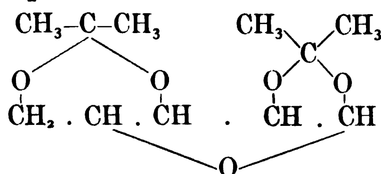
Berechnet für $C_{16}H_{16}N_2O$		Gefunden
C	76.2	75.9
H	6.4	6.5
N	11.1	11.1

Im reinen Zustande lässt sie sich etwa einen Tag aufbewahren; unrein verändert sie sich aber rasch. Sie schmilzt zwischen 105 und 110° unter Zersetzung, ist unlöslich in Alkalien und reducirt in verdünntem Alkohol die Fehling'sche Lösung in der Wärme sehr stark. Durch Wärme, durch Säuren und durch Kochen in alkoholischer Lösung wird sie rasch in Methyldiphenylpyrrazol verwandelt.

ausdrücken. Da aber die Substanz nicht das Verhalten der ungesättigten Verbindungen zeigt, so verdient vielleicht folgende Formel den Vorzug



Das zweite Molecül Aceton in den Verbindungen der Arabinose und Fructose ist vermuthlich in ähnlicher Art an zwei Carbinolgruppen angelagert, wie die Aldehyde bei den Acetalen der mehrwerthigen Alkohole. Dieser Voraussetzung würde folgendes Schema für Arabinose-*di*-Aceton entsprechen.



Ich bemerke jedoch ausdrücklich, dass die drei letzten Formeln nur als vorläufige und recht unsichere Versuche zu betrachten sind.

Die Anwendung der stark verdünnten Salzsäure als wasserentziehendes Mittel bedeutet für die Synthese der complicirteren Zuckerverbindungen einen so grossen Fortschritt, dass es nahe lag, die Vortheile der Methode auch für die gewöhnliche Esterbildung zu prüfen. Durch Versuche, welche ich gemeinschaftlich mit Hrn. Speier ausführte und welche bei anderer Gelegenheit ausführlich beschrieben werden sollen, hat sich in der That herausgestellt, dass in den meisten Fällen Kochen der Säure mit der dreifachen Menge Alkohol, der 1–3 Procent Chlorwasserstoff enthält, die Veresterung ebenso gut oder besser bewirkt, als Sättigen der alkoholischen Lösung mit gasförmiger Salzsäure oder Anwendung von concentrirter Schwefelsäure. Das Verfahren ist besonders bei solchen Substanzen zu empfehlen, welche die starken Mineralsäuren nicht vertragen.

Methyl-*d*-Glucoside.

Ein Theil wasserfreier, fein gepulverter Traubenzucker wird in 4 Theilen käuflichem acetonfreien Methylalkohol, welcher über Calciumoxyd getrocknet ist und 0.25 Procent gasförmige Salzsäure enthält, durch Kochen am Rückflusskühler gelöst. Diese Operation dauert $\frac{1}{2}$–1 Stunde. Die schwach gelbe Lösung, welche den grössten Theil des Zuckers in Form der von mir als Glucose-dimethylacetal angesehenen Verbindung enthält, wird im geschlossenen Rohr oder bei

grösseren Mengen im Autoclaven 50 Stunden lang im Wasserbade erhitzt und dann auf 1/3 ihres Volumens eingedampft. Beim längeren Stehen oder rascher auf Zusatz einiger Krystalle fällt das α-Methylglucosid in farblosen, kleinen Nadeln aus, und die Menge beträgt nach 12 Stunden etwa 45 Procent des angewandten Zuckers. Die Mutterlauge enthält noch weitere Mengen der α-Verbindung und daneben viel β-Glucosid. Handelt es sich nur um die Gewinnung der ersteren, so versetzt man die Mutterlauge nochmals mit 2½ Theilen des obigen salzsäurehaltigen Methylalkohols, erhitzt wieder 40 Stunden auf 100° und concentrirt die Lösung von Neuem. Beim längeren Stehen fällt dann abermals so viel α-Methylglucosid aus, dass die Gesammtausbeute auf 75–80 Procent des angewandten Zuckers steigt. Zur Reinigung des Rohproductes genügt einmaliges Umkrystallisiren aus 18 Theilen heissen Aethylalkohols. Durch langsames Verdunsten der wässerigen Lösung erhält man dasselbe in prachtvollen, scharf ausgebildeten und mehrere Centimeter langen Krystallen.

Diese Bereitung des α-Methylglucosids ist so einfach, dass dasselbe von allen künstlichen Derivaten des Traubenzuckers am leichtesten zugänglich ist.

Will man das β-Methylglucosid gleichzeitig bereiten, so verdampft man die erste Mutterlauge zum Syrup und lässt mehrere Wochen krystallisiren, oder man versetzt dieselbe bis zur Trübung mit Aether und überlässt sie bei niederer Temperatur 3–8 Tage der Krystallisation. Die von dem Syrup durch Absaugen und Pressen oder durch Centrifugiren getrennte Krystallmasse ist stets ein Gemisch von α- und β-Glucosid, welche man schon an der Krystallform unterscheiden kann. Zur Trennung derselben krystallisirt man in Fractionen zuerst aus absolutem und dann aus 80 procentigem Alkohol unter Berücksichtigung der von van Ekenstein bestimmten Löslichkeit. Dabei ist es nöthig, die einzelnen Krystallisationen polarimetrisch auf den Gehalt an den beiden Isomeren zu prüfen. Die Menge des reinen β-Methylglucosids, welches man durch systematisches Krystallisiren gewinnt, beträgt ungefähr 10 Procent des angewandten Zuckers.

Bildung des Methylglucosids aus Aethylglucosid.

1g α-Aethylglucosid wurde mit 10ccm Methylalkohol und 0g05 trockener Salzsäure 30 Stunden auf 100° erhitzt. Aus der auf ein Drittel eingedampften Lösung schieden sich beim längeren Stehen 0g4 reines α-Methylglucosid ab, und in der Mutterlauge konnte auch β-Methylglucosid nachgewiesen werden.

Ebenso wurde umgekehrt α-Methylglucosid in die Aethylverbindung übergeführt.

α- und β-Methyl-*l*-Glucosid.

Bei Anwendung von reiner krystallisirter *l*-Glucose verläuft die Bereitung der *l*-Glucoside gerade so, wie in der *d*-Reihe, einerlei, ob man nach der älteren oder der viel bequemeren neuen Methode arbeitet. Man kann übrigens für diesen Zweck auch die syrupförmige *l*-Glucose, wie sie bei der Reduction der *l*-Gluconsäure zunächst entsteht, verwenden. Nur ist dann die Menge der Salzsäure wegen der Anwesenheit organischer Natronsalze etwas grösser zu wählen. Das α-Methyl-*l*-Glucosid konnte, trotzdem der Versuch nur mit einigen Gramm *l*-Glucose ausgeführt wurde, leicht ganz rein dargestellt werden; es zeigte denselben Schmelzpunkt, die gleiche Löslichkeit und dieselbe äussere Form der Krystalle, wie die *d*-Verbindung. Die specifische Drehung $[\alpha]_D$ wurde zu -156.9 gefunden, gegen $[\alpha]_D = +157.6$ bei der α-Verbindung. Die Differenz liegt innerhalb der Beobachtungsfehler, da die Bestimmung beim Methyl-*l*-Glucosid wegen Mangel an Material nur im Eindecimeter-Rohr in etwa 5 procentiger Lösung ausgeführt werden konnte.

α-Methyl-*i*-Glucosid. Gleiche Quantitäten *d*- und *l*-Verbindung geben eine inactive wässerige Lösung und liefern zusammen, in heissem Alkohol gelöst, beim Erkalten eine Krystallisation von feinen Nadeln, welche ungefähr den gleichen Schmelzpunkt, 163–166°, wie die activen Glucoside zeigten. Da die Krystalle nicht messbar waren, und auch der Schmelzpunkt nicht entscheidend ist, so muss ich es ungewiss lassen, ob hier eine wahre racemische Verbindung vorliegt.

Das β-Methyl-*l*-Glucosid konnte aus Mangel an Material nicht ganz rein dargestellt werden. Durch Krystallisation aus Aceton wurde schliesslich ein Praeparat erhalten, welches völlig farblos und aschenfrei war, auch annähernd den Schmelzpunkt der *d*-Verbindung zeigte, aber nach der optischen Untersuchung nur etwa 75 Procent β-Methyl-*l*-Glucosid enthielt. Wie schon erwähnt[1], unterscheiden sich die beiden *l*-Glucoside von ihren optischen Isomeren auch ganz scharf durch ihr Verhalten gegen Enzyme, denn sie werden von Emulsin und Hefeninfus gar nicht angegriffen.

α-Aethylglucosid.

An Stelle der früher gegebenen Vorschrift ist auch hier die viel bequemere neue Methode zu gebrauchen. Man verfährt genau so, wie bei der Methylverbindung, erhitzt aber zweckmässig 72 Stunden. Der Zucker verschwindet dabei fast völlig. Die alkoholische Lösung

---

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 27. 3483.

wird ohne Entfernung der Salzsäure soweit eingedampft, bis das Gewicht des Rückstandes ungefähr das Doppelte des angewandten Zuckers beträgt und dann der braune Syrup mit der fünfundzwanzigfachen Gewichtsmenge Essigaether mehrere Stunden am Rückflusskühler ausgekocht. Diese Lösung hinterlässt beim Abdestilliren abermals einen braunen Syrup, der ungefähr in der gleichen Menge absolutem Alkohol gelöst, bei niederer Temperatur im Laufe von einigen Tagen das Aethylglucosid in kleinen Krystallen abscheidet. Die Mutterlauge wird in der zwei- bis dreifachen Menge heissem Aceton gelöst und ebenfalls mehrere Tage der Krystallisation überlassen. Die Gesammtausbeute an fast reinem Product beträgt etwa 17 Procent des angewandten Zuckers. Durch einmaliges Umkrystallisiren aus 30 Theilen heissem Aceton erhält man die Substanz in schönen wasserklaren Säulen.

0g.1924 Substanz gaben 0g.3248 CO_2 und 0g.1350 H_2O.

	Berechnet für $C_8H_{16}O_6$	Gefunden
C	46.2	46.0
H	7.7	7.8

Die reine Verbindung schmilzt bei 112–113° (uncorr.) und ist nicht hygroskopisch. Hiernach sind die früheren[1] Angaben, die sich auf ein nicht ganz reines Praeparat bezogen, zu berichtigen. Auch die specifische Drehung wurde etwas grösser, als früher gefunden.

Eine wässerige Lösung, die 9.002 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.025 hatte, drehte im Zweidecimeter-Rohr 27°.79 nach rechts. Die specifische Drehung beträgt somit: $[\alpha]_D^{20°} = +150°.6$. Eine zweite Bestimmung in 8.897 procentiger Lösung ergab: $[\alpha]_D^{20°} = +150°.3$.

Die Substanz ist in Wasser und warmem Alkohol sehr leicht, in Aether dagegen fast gar nicht löslich. Sie schmeckt süss. Dass sie der α-Reihe angehört, geht aus der Spaltung durch Hefeninfus hervor, welche zur Sicherheit nochmals mit diesem reinen Praeparat wiederholt wurde. Das β-Aethylglucosid konnte bisher nicht isolirt werden.

Methylgalactoside.

Die Darstellung ist zunächst dieselbe, wie beim Methylglucosid. Dagegen ist es hier nöthig, die Salzsäure vor dem Eindampfen zu entfernen. Die Lösung wird deshalb mit Silbercarbonat geschüttelt, durch Erwärmen mit wenig Thierkohle geklärt und zum dicken Syrup verdampft. Dieser wird mit der vierfachen Menge Aceton versetzt, wobei eine zähe Masse ausfällt, die bei längerem Stehen und öfterem Verreiben mit frischem Aceton krystallinisch erstarrt. Die Ausbeute beträgt etwa 60 Procent der angewandten Galactose. Das Product

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 27. 2479.

ist ein Gemisch von α- und β-Galactosid, die man am Besten durch Essigester trennt. Zu dem Zwecke wird dasselbe fein zerrieben und mit der zwanzigfachen Gewichtsmenge Essigester am Rückflusskühler 15–20 Minuten ausgekocht. Das Filtrat scheidet beim Abkühlen die α-Verbindung krystallinisch ab. Die Mutterlauge dient dazu, das Rohproduct nochmals in derselben Weise auszulaugen, und die Operation wird noch zwei- bis dreimal wiederholt, bis die Lösung des α-Galactosids beendet ist. Die Ausbeute an α-Verbindung beträgt hier gerade so wie bei dem älteren Verfahren ungefähr 25 Procent des angewandten Zuckers. Zur völligen Trennung von wenig beigemengtem β-Galactosid wird das Product ein-, höchstens zweimal aus der gleichen Menge warmen Wassers umkrystallisirt. Der Schmelzpunkt wurde ebenso gefunden, wie früher. Dagegen zeigte sich eine Verschiedenheit in der specifischen Drehung.

Die wässerige Lösung, die 9.119 Procent der im Exsiccator über Schwefelsäure getrockneten Substanz enthielt und das spec. Gew. 1.026 hatte, drehte im Zweidecimeter-Rohr 33°56 nach rechts. Die specifische Drehung beträgt demnach: $[\alpha]_D^{20°} = +179°3$.

Eine zweite Bestimmung gab $[\alpha]_D^{20°} = +178°8$. Darnach ist also die frühere[1] Angabe zu corrigiren. Ich bemerke hierzu, dass Hr. van Ekenstein die gleiche Beobachtung vor mir gemacht und mir dieselbe privatim mitgetheilt hat.

Das β-Methylgalactosid wurde gleichzeitig von Hrn. van Ekenstein (nach einer Privatmittheilung) bei Benutzung meiner älteren Methode und im hiesigen Laboratorium bei Anwendung der neuen Methode von Hrn. Beensch beobachtet. Es bleibt beim Auskochen des Rohproductes mit Essigaether zurück; seine Menge ist aber ziemlich gering, denn sie betrug nicht mehr als 5 Procent des angewandten Zuckers. Dasselbe wird aus heissem absolutem Alkohol umkrystallisirt.

0g1785 gaben 0g2820 CO_2 und 0g1193 H_2O.

	Berechnet für $C_7H_{14}O_6$	Gefunden
C	43.3	43.1
H	7.2	7.4

Das β-Methylgalactosid schmilzt bei 173–175° (uncorr.). Es ist in Wasser sehr leicht löslich, von heissem absolutem Alkohol verlangt es etwa 25 Theile. In 10 procentiger wässeriger Lösung zeigte es im Zweidecimeter-Rohr keine deutliche Drehung. Dagegen betrug in kalt gesättigter Boraxlösung bei 8.5 Procent Gehalt $[\alpha]_D^{20°} = +2°6$.

Im Gegensatz zur α-Verbindung wird es von Emulsin gespalten. Neben den beiden Galactosiden wird noch ein drittes Product gewonnen,

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 27. 2480.

wenn man die ursprüngliche methylalkoholische Lösung ohne Ausfällung der Salzsäure zum dicken Syrup eindampft. Dasselbe verdankt seine Entstehung der secundären Wirkung der Säure, denn es wird auch aus reinem α-Methylgalactosid durch Abdampfen mit methylalkoholischer Salzsäure von derselben Stärke gebildet. Es unterscheidet sich von den Galactosiden durch die geringe Löslichkeit in absolutem Alkohol. In Folge dessen fällt es beim Verdünnen des Syrups mit 5–6 Theilen Alkohol als amorphes weisses Pulver aus. Es ist leicht löslich in Wasser und in heissem Eisessig, schwer in Alkohol und Aceton, reducirt Fehling'sche Lösung nicht, wird aber durch warme verdünnte Salzsäure leicht in Zucker verwandelt. Ich werde diese merkwürdige Reaction, welche auch bei den anderen Glucosiden stattfindet, näher untersuchen.

Methylarabinosid.

Auch hier ist die neue Methode der älteren vorzuziehen. Die Ausführung bleibt dieselbe, wie zuvor. Die Ausbeute an fast reiner Substanz betrug 32 Procent des angewandten Zuckers. Das Isomere wurde bisher nicht gefunden.

Methylglucoheptosid.

Wegen der geringen Löslichkeit des Zuckers ist es nöthig, hier die Mengen des Alkohols und der Salzsäure grösser zu nehmen. Der fein gepulverte Zucker wird mit der zwölffachen Menge Methylalkohol, welcher 0.8 Procent Salzsäure enthält, etwa 1½ Stunden am Rückflusskühler gekocht, bis klare Lösung erfolgt ist, und dann im geschlossenen Gefäss 40 Stunden auf 100° erhitzt. Die hellgelbe Flüssigkeit wird nun zur Entfernung der Salzsäure mit Silbercarbonat, das mit etwas Methylalkohol fein verrieben ist, und zur Klärung mit etwas Thierkohle geschüttelt, filtrirt und in einer Schale auf dem Wasserbade zum dicken Syrup verdampft. Verdünnt man den letzteren mit dem halben Volumen absoluten Alkohols und lässt dann die Mischung unter einer Glocke mehrere Tage stehen, so verwandelt sie sich durch Abscheidung des Glucosids in einen dicken Krystallbrei; dieser wird auf der Pumpe abgesaugt und mit Aethylalkohol gewaschen. Die Ausbeute beträgt 45–50 Procent vom Zucker. Die Mutterlauge hinterlässt beim Verdampfen einen dicken Syrup, welcher wahrscheinlich das isomere Glucoheptosid enthält. Die Krystalle werden in 15–20 Theilen heissem absolutem Alkohol gelöst und aus der auf ⅓ ihres Volumens eingedampften Flüssigkeit durch Abkühlen wieder ausgeschieden. Zur Analyse wurde ein Product verwendet, das noch zweimal in derselben Art umkrystallisirt war.

0g1764 gaben 0g2752 CO_2 und 0g1166 H_2O.

	Berechnet für $C_8H_{16}O_7$	Gefunden
C	42.8	42.5
H	7.1	7.3.

Optische Bestimmung: Die wässerige Lösung, welche 10.062 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.0338 hatte, drehte im Zweidecimeter-Rohr 15°58 nach links. Die specifische Drehung beträgt somit $[\alpha]_D^{20°} = -74°9$. Eine zweite Bestimmung ergab $[\alpha]_D^{20} = -74°4$.

Das Glucoheptosid krystallisirt in meist büschelförmig vereinigten kleinen Prismen, die bei 167–169° schmelzen und sich bei höherer Temperatur zersetzen. Es löst sich in ungefähr 20 Theilen heissem absolutem Alkohol. In Wasser ist es sehr leicht, in heissem Aceton schon recht schwer löslich, und es krystallisirt daraus ebenso wie aus Alkohol; in Aether ist es fast unlöslich. Geschmack süss.

Von Emulsin und Hefeninfus wird es nicht angegriffen.

Methylxyloside.

Die Xylose liefert ebenfalls 2 Isomere, welche beide in reinem Zustande isolirt werden konnten und sich durch starke Differenzen im Drehungsvermögen unterscheiden. Die rechtsdrehende Form mag auch hier als α- und die andere als β-Verbindung bezeichnet werden, denn ich halte es für wahrscheinlich, dass bei der sehr ähnlichen Configuration der Glucoside und Xyloside die entsprechenden Formen auch ein ähnliches Drehungsvermögen zeigen. Leider ist die Prüfung dieses Schlusses durch die Wirkung der Enzyme hier nicht möglich gewesen.

Reine Xylose wird in 10 Theilen Methylalkohol, der 0.25 Procent Salzsäure enthält, in der Wärme gelöst und die Mischung im geschlossenen Gefäss 40 Stunden lang auf 100° erhitzt. Der Zucker ist dann bis auf weniger als 2 Procent verschwunden. Die Salzsäure wird nun mit Silbercarbonat entfernt, die Flüssigkeit durch Schütteln mit etwas Thierkohle geklärt, das Filtrat auf dem Wasserbade verdampft und der schwach gelbe Syrup in der gleichen Menge Essigaether gelöst. Bei 24stündigem Stehen scheidet sich die β-Verbindung in der Regel allein in harten farblosen Krystallen ab, deren Menge 20–25 Procent des angewandten Zuckers beträgt. Dieselben werden in der neunzigfachen Menge heissem Essigester gelöst und die Flüssigkeit auf $\frac{1}{3}$ eingedampft. Beim längeren Stehen fällt der grösste Theil der Substanz in fahnenartigen Krystallaggregaten, ähnlich denen des Salmiaks aus; für die Analyse wurden sie im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

0ᵍ.1863 gaben 0ᵍ.3009 CO_2 und 0ᵍ.1254 H_2O.

Berechnet für $C_6H_{12}O_5$		Gefunden
C	43.9	44.1
H	7.3	7.5

Das β-Methylxylosid schmilzt bei 155–156° (uncorr.) und schmeckt süss. Es löst sich sehr leicht in Wasser, leicht in heissem Alkohol, woraus es beim Abkühlen rasch in charakteristischen, meist dreieckigen Krystallen herauskommt. Von heissem Aceton verlangt es ungefähr die zwanzigfache und von warmem Essigester etwa die hundertfache Menge.

Eine wässerige Lösung, welche 9.138 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.024 besass, drehte im Zweidecimeter-Rohr bei 20° unmittelbar nach der Auflösung 12°.33 nach links. Daraus berechnet sich die specifische Drehung $[\alpha]_D^{20^\circ} = -65^\circ.9$. Nach einer Stunde war der Werth auf $-65^\circ.3$ zurückgegangen. Eine zweite Bestimmung mit einer Lösung von 9.286 Procent ergab $[\alpha]_D^{20^\circ} = -65^\circ.8$.

Das α-Methylxylosid befindet sich in der Essigestermutterlauge, aus welcher die ersten Krystalle der β-Verbindung gewonnen wurden. Beim längeren Stehen dieser Lösung krystallisirt auch die α-Verbindung in langen Nadeln. Die Ausbeute betrug 40 Procent des Zuckers, aber die Menge des α-Xylosids ist wahrscheinlich grösser, da dasselbe, solange es unrein ist, recht langsam krystallisirt. Zur Reinigung wurde die Verbindung in der dreissigfachen Menge heissem Essigester gelöst; sie scheidet sich daraus in der Kälte wieder in langen, häufig büschelförmig vereinigten Nadeln oder langen Platten ab, welche für die Analyse ebenfalls im Vacuum getrocknet wurden:

0ᵍ.1768 gaben 0ᵍ.2848 CO_2 und 0ᵍ.1175 H_2O.

Berechnet für $C_6H_{12}O_5$		Gefunden
C	43.9	43.9
H	7.3	7.4

Die Verbindung schmilzt bei 89–91° und schmeckt süss. Sie löst sich in heissem Essigester etwa dreimal so leicht wie die β-Verbindung; viel leichter löslich als jene ist sie auch in Aceton und Alkohol. Selbst in Aether ist sie zwar schwer, aber doch in merklicher Quantität löslich.

Eine wässerige Lösung von 9.324 Procent, die das spec. Gew. 1.026 hatte, drehte im Zweidecimeter-Rohr 28°.98 nach rechts. Die specifische Drehung beträgt somit $[\alpha]_D^{20^\circ} = +151^\circ.5$. Eine zweite Bestimmung mit einer Lösung von 9.286 Procent ergab $[\alpha]_D^{20^\circ} = +153^\circ.2$. Die zweite Zahl ist die zuverlässigere.

Die beiden Methylxyloside werden weder von Hefeninfus noch von Emulsin gespalten.

Ketoside.

Die Ketosen reagiren mit den Alkoholen bei Gegenwart von Salzsäure noch rascher als die Aldosen und verwandeln sich in Producte, welche ebenfalls nach ihrem ganzen Charakter den gewöhnlichen Glucosiden analog constituirt sind. Genauer untersucht wurden bisher nur die Methylverbindungen der Fructose und Sorbose, von denen die zweite schön krystallisirt.

Methylsorbosid.

Reine feingepulverte Sorbose[1] wurde mit der zehnfachen Menge reinem trockenen Methylalkohol, welcher 1 Procent Salzsäure enthielt, einige Minuten bis zur völligen Lösung auf dem Wasserbade erwärmt und dann auf Zimmertemperatur abgekühlt. Als nach 15 Stunden die Menge des unveränderten Zuckers etwas weniger als 5 Procent betrug, wurde die Salzsäure mit Silbercarbonat entfernt und die filtrirte Flüssigkeit auf dem Wasserbade zum Sieden erhitzt. Sie färbt sich dabei durch die geringe in Lösung gebliebene Menge Silber dunkel; man fügt deshalb Thierkohle zu, digerirt bis zur völligen Entfärbung und verdampft das Filtrat zum Syrup, der kaum gefärbt ist. Derselbe wird nun mit der fünfzigfachen Menge Essigester ¼ Stunde lang ausgekocht; die Lösung scheidet nach dem Erkalten im Laufe von einigen Stunden das Sorbosid in Krystallen ab. Die Ausbeute beträgt etwa 30 Procent des angewandten Zuckers. Der nicht krystallisirende Theil enthält neben etwas Sorbose wahrscheinlich ein isomeres Sorbosid, dessen Isolirung wegen Mangel an Material aufgeschoben wurde. Zur Reinigung wird das Methylsorbosid in der vierzigfachen Gewichtsmenge heissem Aceton gelöst. Beim Erkalten scheidet es sich in wasserklaren, dicken Tafeln aus, deren Menge etwa 20 Procent des Zuckers beträgt, und welche im Exsiccator bei 70° im Vacuum getrocknet, die Zusammensetzung $C_6H_{11}O_6 . CH_3$ haben:

0ᵍ2466 gaben 0ᵍ3898 CO_2 und 0ᵍ1599 H_2O.

	Berechnet für $C_7H_{14}O_6$	Gefunden
C	43.3	43.1
H	7.2	7.2

Das Sorbosid schmilzt bei 119–121°. Der Schmelzpunkt wird aber durch geringe Verunreinigungen sehr stark herabgedrückt. Es löst sich sehr leicht in Wasser, ebenso in heissem Alkohol, etwas schwerer in kaltem Alkohol und viel schwerer in Aceton oder Essigester. Aus heissem Alkohol oder aus Aceton krystallisirt es in schönen klaren viereckigen Platten.

[1] Eine grössere Quantität des seltenen Zuckers verdanke ich der Güte des Hrn. C. Scheibler.

Eine wässerige Lösung, die 9.115 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.028 hatte, drehte im Zweidecimeter-Rohr 16°.58 nach links. Die specifische Drehung beträgt somit $[\alpha]_D^{20°} = -88°.5$.

Eine Lösung von 8.192 Procent und dem spec. Gew. 1.026 drehte im Eindecimeter-Rohr 7°.48 nach links. Er ist danach $[\alpha]_D^{20°} = -88°.9$.

Die Moleculargewichtsbestimmung durch Gefrierpunktserniedrigung gab in 1.5 procentiger und in 3 procentiger wässeriger Lösung die Werthe 160 bez. 159, während obige Formel 194 verlangt. Trotz der erheblichen Abweichung von der Theorie spricht das Resultat doch unzweideutig für die einfache Molecularformel, wie sie für die Aldoside längst festgestellt ist.

Das Sorbosid wird weder von Hefeninfus noch von Emulsin gespalten.

Methylfructosid.

Versetzt man eine Lösung von reiner krystallisirter Fructose in der neunfachen Menge heissem trockenen Methylalkohol nach dem Erkalten mit so viel methylalkoholischer Salzsäure, dass das Gemisch 0.5 Procent HCl enthält und lässt 48 Stunden bei 35° stehen, so sind von dem Zucker nur noch 8 Procent unverändert, und diese verschwinden auch nicht beim längeren Aufbewahren der Mischung. Die schwach braun gefärbte Lösung wurde gerade so wie beim Sorbosid mit Silbercarbonat und Thierkohle behandelt und auf dem Wasserbade verdampft. Das Product ist ein hellgelber, süsser Syrup, der noch die oben erwähnte Menge unveränderter Fructose enthält. Er löst sich sehr leicht in Alkohol, auch noch in Aceton, aber schwer in heissem Essigester. Aus letzterem kommt er, wenn die Lösung concentrirt war, als amorphe und hygroskopische Masse heraus. Alle Krystallisationsversuche blieben bis jetzt erfolglos. Das Product wird von verdünnten Säuren überaus leicht in Fructose zurückverwandelt; dieselbe Spaltung erfährt es partiell durch Hefeninfus.

Methylirung des Benzoylcarbinols.

Versetzt man eine Lösung von Benzoylcarbinol in der zehnfachen Menge reinem Methylalkohol mit so viel starker Salzsäure, dass die Gesammtflüssigkeit 1 Procent derselben enthält, so beginnt bei Zimmertemperatur nach 10–15 Minuten die Abscheidung von farblosen Krystallen, deren Menge nach 24 Stunden 90 Procent des angewandten Carbinols beträgt. Aus heissem Alkohol oder Holzgeist umkrystallisirt, schmelzen dieselben bei 195° (corr. 199°). Für die Analyse wurden sie erst aus siedendem Petrolaether, darauf dreimal aus ab-

solutem Alkohol umkrystallisirt, wobei der Schmelzpunkt auf 192–193° (uncorr.) sank.

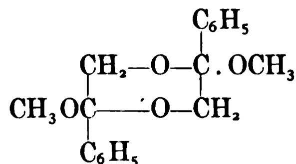
0g1888 gaben 0g4967 CO_2 und 0g1141 H_2O

	Berechnet für $C_{18}H_{20}O_4$	Gefunden
C	72.0	71.8
H	6.7	6.7

Die Moleculargewichtsbestimmung wurde in Benzol ausgeführt: In $\frac{3}{4}$ procentiger Lösung wurden 282, in $1\frac{1}{2}$ procentiger 276 gefunden, während 300 obiger Formel entspricht.

Die Substanz ist in Wasser so gut wie unlöslich und auch in Alkohol oder Holzgeist schwer löslich; von letzterem verlangt sie in der Siedehitze ungefähr 150 Theile; leichter wird sie von heissem Eisessig aufgenommen, aber beim längeren Erwärmen damit völlig zersetzt. In wässerig-alkoholischer Lösung reducirt sie die Fehling'sche Flüssigkeit gar nicht; beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure oder mit Eisessig und wenig Salzsäure wird sie rasch gespalten und in ein stark reducirendes Product (wahrscheinlich Benzoylcarbinol) verwandelt. Warme Salpetersäure vom spec. Gew. 1.4 löst und oxydirt sie rasch. Von Phenylhydrazin wird die Verbindung bei 100° nicht verändert. Als sie in der fünfzehnfachen Menge der Base gelöst und 1 Stunde auf dem Wasserbade erhitzt war, fiel sie schon beim Erkalten theilweise wieder aus. Der Rest schied sich ab auf Zusatz von sehr verdünnter Essigsäure, und die Menge der Substanz war kaum verringert.

Obschon die vorliegenden Beobachtungen keinen endgültigen Schluss auf die Constitution der Verbindung gestatten, so scheint es mir doch nach den Erfahrungen, die bei den einfachen Glucosiden gesammelt wurden, wahrscheinlich, dass die Structur dieses dimolecularen Glucosids der Formel



entspricht. Ich nenne dasselbe vorläufig *Di*-Methylbenzoylcarbinol.

Verbindungen der Zucker mit den Ketonen.

Wie schon erwähnt, gestattet die Anwendung der verdünnten Säure auch, die Ketone sowohl mit Aldosen wie mit Ketosen zu combiniren. Aber die praktische Ausführung wird durch die geringe

Löslichkeit der Zucker sehr erschwert. Aus diesem Grunde ist die verhältnissmässig leicht lösliche Rhamnose für solche Versuche am meisten geeignet.

Acetonrhamnosid.

Feingepulverte wasserfreie Rhamnose[1] wird mit der zwanzigfachen Menge reinem, aus der Bisulfitverbindung dargestellten, trockenen Aceton, das 0.2 Procent Salzsäure enthält, bei Zimmertemperatur bis zur Lösung stark geschüttelt, was etwa 10–15 Minuten dauert. Die Rhamnosidbildung geht dann so rasch von Statten, dass der Zucker im Laufe einer Stunde bis auf etwa 4 Procent verschwunden ist. Man entfernt jetzt die Salzsäure durch Schütteln mit Silbercarbonat, welches mit etwas Aceton angerieben ist, klärt durch Zusatz von Thierkohle und verdampft das farblose Filtrat auf dem Wasserbade. Der zurückbleibende, schwach gelbe Syrup wird mit der zehnfachen Menge trockenem Aether ausgelaugt, wobei das Rhamnosid in Lösung geht, während unveränderte Rhamnose zurückbleibt. Die Scheidung wird jedoch erst vollständig, wenn man die aetherische Lösung verdampft und den Rückstand nochmals mit der fünffachen Menge trockenem Aether auszieht. Wird diese Lösung jetzt mit der gleichen Menge Petrolaether versetzt und vom sofort ausfallenden Syrup abgegossen, so scheidet die Mutterlauge beim längeren Stehen das Acetonrhamnosid in klaren, ziemlich grossen farblosen Prismen, welche häufig sternförmig verwachsen sind, ab. Die Mutterlauge giebt nach entsprechender Concentration eine zweite Krystallisation. Die Ausbeute an krystallisirtem Product betrug 50–55 Procent vom Zucker. Zur Reinigung werden die Krystalle in möglichst wenig warmem Aether gelöst und die Flüssigkeit bis zur Trübung mit Petrolaether versetzt. Beim längeren Stehen fällt dann die Verbindung in schön

---

[1] Die wasserfreie Rhamnose ist bisher nur als amorphe Masse bekannt (vergl. Liebermann und Hörmann, Liebig's Annalen 196. 323). Dieselbe lässt sich aber aus trockenem Aceton krystallisiren. Man entwässert den krystallisirten Zucker durch mehrtägiges Erhitzen in einer Schale auf dem Wasserbade. Erst schmilzt er, und beim häufigen Rühren erstarrt er allmählich. Er wird dann gepulvert, wieder getrocknet und schliesslich in der vierzigfachen Menge heissen Acetons gelöst. Aus der auf ein Drittel concentrirten Lösung scheidet er sich grösstentheils in der Kälte in Nadeln ab, welche nochmals bei 100° getrocknet und wiederum aus Aceton krystallisirt werden müssen.

0g1947 gaben 0g3121 CO_2 und 0g1296 H_2O.

Berechnet für $C_6H_{12}O_5$		Gefunden
C	43.9	43.7
H	7.3	7.4

Die getrockneten Krystalle schmelzen bei 122–126°.

ausgebildeten klaren Prismen aus, welche für die Analyse über Schwefelsäure getrocknet wurden.

I. 0^g2015 gaben 0^g3909 CO_2 und 0^g1440 H_2O.
II. 0^g1702 gaben 0^g3283 CO_2 und 0^g1221 H_2O.

	Berechnet für $C_9H_{16}O_5$	Gefunden	
C	53.0	52.9	52.6
H	7.8	7.9	8.0

Die Moleculargewichtsbestimmung, ausgeführt durch Gefrierpunktserniedrigung in Eisessig in 1- und in 2procentiger Lösung, ergab die Werthe 200 und 209, während 204 für die Formel $C_9H_{16}O_5$ berechnet ist. Die Substanz schmilzt bei 89—90° (uncorr.), sublimirt in geringem Maasse schon unter 100° und lässt sich bei einem Druck von 1^{mm} fast ohne Zersetzung destilliren. Sie ist in Wasser, Alkohol und selbst in Aether leicht, in Petrolaether dagegen sehr schwer löslich. Geschmack: bitter.

Eine wässerige Lösung, welche 9.161 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.017 besass, drehte im Zweidecimeter-Rohr 3°24 nach rechts, woraus sich $[\alpha]_D^{20°} = +17°4$ berechnet. Eine zweite Bestimmung eines anderen Praeparates ergab in 8.34procentiger Lösung $[\alpha]_D^{20°} = +17°5$.

Das reine Rhamnosid reducirt die Fehling'sche Lösung garnicht. Von verdünnten Säuren wird es ausserordentlich leicht in Aceton und Rhamnose gespalten. So genügt einstündiges Erwärmen mit der zehnfachen Menge Salzsäure von 0.1 Procent Gehalt, um eine völlige Hydrolyse zu bewirken.

Arabinose-*di*-Aceton.

Die Verbindung, welche sich von der vorhergehenden durch die Zusammensetzung unterscheidet, bildet sich auch viel langsamer, weil der Zucker in Aceton viel schwerer löslich ist. Es empfiehlt sich deshalb, einen Theil sehr fein gepulverte Arabinose mit 20 Theilen reinem trockenen Aceton, in welches bei sehr guter Kühlung 0.5 Procent gasförmige Salzsäure eingeleitet sind, mit Hülfe einer Maschine etwa 20 Stunden kräftig bei Zimmertemperatur zu schütteln, bis der grösste Theil des Zuckers gelöst ist. Die filtrirte Flüssigkeit, die Fehling'sche Lösung nicht reduciren darf, wird mit überschüssigem Silbercarbonat behandelt, mit Thierkohle geklärt, das Filtrat verdampft und der zurückbleibende Syrup mit der zehnfachen Menge Aether aufgenommen. Beim Verdunsten des Aethers bleibt dann ein farbloser Syrup, der nach ein- bis zweitägigem Stehen fast vollständig erstarrt. Man löst denselben in etwa 3 Theilen Alkohol,

fügt bei 30° bis zur beginnenden Trübung Wasser hinzu und kühlt stark ab. Das Product fällt hierbei in farblosen starken Nadeln aus, welche für die Analyse über Schwefelsäure getrocknet wurden:

0g.1661 gaben 0g.3482 C_2O und 0g.1188 H_2O.

	Berechnet für $C_{11}H_{18}O_5$	Gefunden
C	57.4	57.2
H	7.8	8.0.

Die Substanz schmilzt bei 41.5–43° und destillirt, in kleiner Menge erhitzt, unzersetzt. Sie ist in Alkohol, Aether, Benzol und sogar in Petrolaether leicht, dagegen in Wasser ziemlich schwer und auffallender Weise in der Wärme noch weniger löslich als in der Kälte; in Folge dessen trübt sich die kalt gesättigte Lösung beim Erhitzen. Auffallend ist die grosse Flüchtigkeit der Verbindung, sie destillirt sogar mit Wasserdämpfen in erheblicher Menge und besitzt deshalb auch einen ausgesprochenen beissenden Geruch. Salzsäure von 0.1 Procent spaltet sie beim Kochen sehr rasch in Arabinose und Aceton. Wegen der geringen Löslichkeit in Wasser wurde für die optische Untersuchung eine nur 3procentige Lösung benutzt.

Die wässerige Lösung, die 2.414 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.003 besass, drehte im Zweidecimeter-Rohr 0°.26 nach rechts. Die specifische Drehung beträgt somit $[\alpha]_D^{20} = +5°.4$.

Fructose-*di*-Aceton.

Reine, krystallisirte Fructose wird möglichst fein gerieben und mit der fünfzehnfachen Menge reinem Aceton, welches 0.2 Procent Chlorwasserstoff enthält, bei Zimmertemperatur 3–6 Stunden kräftig geschüttelt, bis der grösste Theil des Zuckers gelöst ist. Die filtrirte Flüssigkeit bleibt noch einige Stunden stehen, bis die Menge des rückständigen Zuckers nicht mehr als 10 Procent des aufgelösten beträgt, und wird dann zur Entfernung der Salzsäure mit Silbercarbonat und Thierkohle geschüttelt. Nachdem das Filtrat auf dem Wasserbade verdampft ist, wird der Rückstand mit der zehnfachen Menge trockenem Aether sorgfältig ausgelaugt, die filtrirte Lösung auf die Hälfte abgedampft und allmählich mit steigenden Quantitäten von Petrolaether versetzt; zuerst fällt ein Syrup aus, von dem man die Lösung abgiesst; auf weiteren Zusatz von Petrolaether beginnt dann bald die Krystallisation. Die Ausbeute betrug 50 Procent des Zuckers. Nochmals in derselben Weise umkrystallisirt, schmilzt das Product zwischen 112–114°. Ganz rein erhält man dasselbe durch wiederholte Krystallisation aus Aether und Petrolaether oder durch einmaliges Umkrystallisiren aus der fünffachen Menge warmem Wasser, wobei aller-

dings erhebliche Verluste unvermeidlich sind. Der Schmelzpunkt steigt dann auf 118–119° (uncorr.) und bleibt nun constant. Für die Analyse war das Praeparat über Schwefelsäure getrocknet:

0g1728 gaben 0g3508 CO_2 und 0g1206 H_2O.

	Berechnet für $C_{12}H_{20}O_6$	Gefunden
C	55.4	55.4
H	7.7	7.8

Das Moleculargewicht wurde durch Gefrierpunktserniedrigung in 1 procentiger Benzollösung zu 272 statt des theoretischen Werthes 254 gefunden. Die Substanz krystallisirt aus Aether in feinen langen glänzenden Nadeln und aus Wasser in etwas derberen Säulen, die oft sternförmig verwachsen sind. Aus der wässerigen Lösung wird sie durch starke Natronlauge alsbald gefällt. Der Geschmack ist bitter. Auffallend ist auch hier die grosse Flüchtigkeit; denn die Verbindung sublimirt auf dem Wasserbade ziemlich rasch in haarfeinen Nadeln.

Eine wässerige Lösung, die 7.297 Procent enthielt und das spec. Gew. 1.014 besass, drehte im Zweidecimeter-Rohr 23°87 nach links, woraus sich $[\alpha]_D^{20°} = -161°3$ berechnet. Eine zweite Bestimmung ergab $[\alpha]_D^{20°} = -161°4$.

Das Fructose-*di*-Aceton reducirt die Fehling'sche Lösung gar nicht, ebenso wenig scheint es von Phenylhydrazin verändert zu werden; denn als ein Gemisch von 1 Theil Fructose-*di*-Aceton, 1 Theil Phenylhydrazin und 4 Theilen Aether während 2 Stunden auf 100° erhitzt waren, konnte durch Petrolaether ein Theil der unveränderten Fructoseverbindung wieder isolirt werden. Durch die zehnfache Menge Salzsäure von 0.1 Procent wird sie ebenso leicht und ebenso vollständig wie die Derivate der Arabinose und Sorbose in Aceton und Fructose gespalten.

Glucose-*di*-Aceton.

Da der Traubenzucker in Aceton so gut wie unlöslich ist und deshalb auch bei Gegenwart von Salzsäure ausserordentlich schwierig angegriffen wird, so empfiehlt es sich, an seiner Stelle das Acetal anzuwenden, welches für diesen Zweck nicht besonders gereinigt zu werden braucht. Dem entspricht folgende Vorschrift:

30g fein gepulverte Glucose werden mit 400g trockenem Methylalkohol, welcher 1 Procent Salzsäure enthält, bei Zimmertemperatur 6–8 Stunden bis zur Lösung kräftig geschüttelt. Die Flüssigkeit bleibt dann 40 Stunden stehen, bis höchstens $\frac{1}{4}$ des Zuckers durch die Reductionsprobe noch angezeigt wird. Jetzt entfernt man die Salzsäure mit Silbercarbonat, verdampft im Vacuum bei 30–35° zum Syrup, löst in etwa 100ccm Aceton und verdampft abermals in der gleichen

Art, um den Methylalkohol möglichst zu entfernen. Der nun bleibende Syrup, welcher ein Gemisch von Glucoseacetal, unveränderter Glucose und noch anderen Stoffen ist, wird mit 350^{ccm} reinem Aceton, welches $\frac{1}{2}$ Procent Salzsäure enthält, 10 Stunden lang kräftig geschüttelt. Hierbei bleibt eine erhebliche Menge von Syrup ungelöst, aber fast die Hälfte der ursprünglichen Glucose geht in das Aceton über, und wenn nach $1\frac{1}{2}$ tägigem Stehen der Flüssigkeit im Brutkasten bei 33° das Reductionsvermögen so gering geworden ist, als wenn die Flüssigkeit nur noch $\frac{1}{2}^{g}$ freie Glucose enthielte, entfernt man wieder die Salzsäure mit Silbercarbonat und klärt die gelbe Lösung durch Schütteln mit reiner Thierkohle. Das Filtrat wird auf dem Wasserbade verdampft, der bleibende Syrup mit Aether sorgfältig ausgelaugt, filtrirt, verdampft und der Rückstand genau in derselben Weise wieder mit Aether behandelt. Dadurch wird eine kleine Menge von Methylglucosid, welches in Aether so gut wie unlöslich ist, entfernt. Die zweite aetherische Lösung concentrirt man auf etwa 50^{ccm}, versetzt mit dem doppelten Volumen Petrolaether, giesst nach etwa 10 Minuten von dem erst gefällten Öl ab und überlässt die Mutterlauge bei niederer Temperatur 12 Stunden der Krystallisation. Man erhält so etwa 6^{g} einer farblosen krystallinischen Masse. Um daraus das reine Glucose-*di*-Aceton zu gewinnen, kocht man entweder das Rohproduct mit der zweihundertfachen Menge Petrolaether aus oder man löst in 4–5 Theilen warmen Aethers und lässt in einer Kältemischung krystallisiren. In letzterem Falle scheidet sich das Glucose-*di*-Aceton in langen, feinen, farblosen Nadeln aus. Die Ausbeute an reinem Material beträgt etwa 15 Procent des angewandten Zuckers. Für die Analyse wurde die Substanz über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{g}.2066$ gaben $0^{g}.4176$ CO_2 und $0^{g}.1445$ H_2O.

	Berechnet für $C_{12}H_{20}O_6$	Gefunden
C	55.4	55.1
H	7.7	7.8

Das Glucose-*di*-Aceton schmilzt aus Aether umkrystallisirt, bei 106–107°; für ein sublimirtes Praeparat wurde der Schmelzpunkt bei 108° gefunden. Es ist in Alkohol, Aceton, Chloroform und warmem Aether leicht löslich; von siedendem Petrolaether verlangt es ungefähr 200 Theile, von siedendem Wasser ungefähr 7 Theile. Aus der wässerigen Lösung wird es durch starke Natronlauge gefällt. In allen diesen Eigenschaften verräth es die grösste Ähnlichkeit mit dem Fructose-*di*-Aceton. Das gilt auch bezüglich des Geschmacks, welcher bitter ist, der überraschend leichten Sublimirbarkeit, welche zur Reini-

gung der Verbindung benutzt werden kann, und der leichten Spaltbarkeit durch Säuren; denn auch hier genügte 1 stündiges Erwärmen mit der zehnfachen Menge Salzsäure von 0.1 Procent auf 100°, um völlige Spaltung in Glucose und Aceton zu bewirken.

Optische Bestimmung: Eine wässerige Lösung von 4.932 Procent Gehalt, welche das spec. Gew. 1.008 besass, drehte im Zweidecimeter-Rohr 1.84 nach links, woraus sich die specifische Drehung $[\alpha]_D^{20°} = -18°5$ berechnet.

Von Hefeninfus und Emulsin wird das Glucose-*di*-Aceton nicht gespalten.

Verhalten der Glucoside gegen Enzyme.

Dass die Wirkung der Enzyme sehr stark durch die Configuration des Molecüls beeinflusst wird, habe ich für die Glucoside durch zahlreiche Beobachtungen schon dargelegt.[1] In der Regel sind nur die Derivate des Traubenzuckers spaltbar, und auch bei diesen besteht ein ganz scharfer Unterschied zwischen den α- und β-Verbindungen. Die ersteren werden ausschliesslich von dem Hefenenzym und die letzteren nur von dem Emulsin angegriffen. Derselbe Gegensatz trat auch bei Maltose und Milchzucker zu Tage. Die neueren Versuche, welche ein viel grösseres synthetisches Material umfassen, haben das allgemeine Princip durchaus bestätigt, machen aber eine beachtenswerthe Erweiterung der Specialsätze nothwendig. Als wichtigstes Ergebniss derselben ist die Spaltung des β-Methylgalactosids durch Emulsin hervorzuheben. Der Versuch ist wichtig genug, um ausführlich mitgetheilt zu werden. 1 Theil des Galactosids wurde in 10 Theilen Wasser gelöst, mit 0.2 Theilen Emulsin versetzt und während 3 Tagen auf 33° erwärmt. Es waren dann 35 Procent des Materials in Galactose verwandelt.

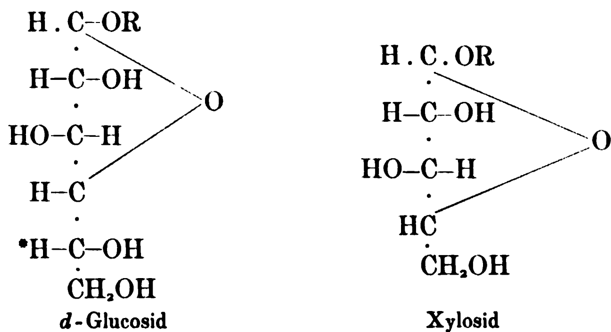
Diese Erfahrungen stehen nun in schönstem Einklang mit den früheren Beobachtungen über die Wirkung des Emulsins auf den Milchzucker, welcher nach meiner Auffassung ebenfalls ein Galactosid ist und von dem ich jetzt mit derselben Sicherheit weiter behaupten kann, dass er der β-Reihe angehört; denn das α-Methylgalactosid wird von dem Enzym gar nicht angegriffen.

Besonders interessant aber scheint mir die Thatsache, dass das Emulsin in seiner Wirkung nicht auf die Derivate des Traubenzuckers beschränkt ist, sondern sich ebenso gut der Galactose anpasst. Es übertrifft darin sowohl die Glucose wie die Lactose und nähert sich den Mikroorganismen, z. B. den Bierhefen, welche ja auch drei Aldosen

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 27. 2985 und 3479.

von verschiedener Configuration: den Traubenzucker, die Galactose und Mannose vergären. Um diesen Vergleich zu Ende führen zu können, wäre es sehr erwünscht, das β-Methylmannosid aufzufinden; vielleicht wird dasselbe auch noch von dem Emulsin gespalten.

Von weiteren Beobachtungen auf diesem Gebiete erwähne ich noch folgende: das Methylfructosid wird ähnlich den α-Glucosiden von Hefeninfus, aber nicht von Invertin gespalten. Dagegen sind Glucose-*di*-Aceton und Fructose-*di*-Aceton sowohl gegen Hefeninfus wie gegen Emulsin ganz beständig. Ich halte es für wohl möglich, dass erst die Anlagerung des zweiten Molecüls Aceton den Angriff der beiden Enzyme unmöglich macht. Ebenso indifferent gegen dieselben sind alle künstlich erhaltenen Derivate der Glucoheptose, Rhamnose, Arabinose und Xylose. Bei den Xylosiden wäre auch das Gegentheil nicht auffällig gewesen, denn ihre Configuration ist derjenigen der *d*-Glucoside sehr ähnlich, wie folgende Formeln zeigen:



Wenn trotzdem die beiden Methylxyloside weder von Hefenenzym noch von Emulsin angegriffen werden, so müssen wir daraus folgern, dass die gesammte Configuration der *d*-Glucoside durch das vierte mit * markirte asymmetrische Kohlenstoffatom noch wesentlich beeinflusst wird.

Bei der Ausführung obiger Versuche bin ich von Hrn. Dr. P. Rehlaender und zum Schluss auch von Hrn. Dr. Pinkus unterstützt worden. Ich sage beiden Herren für die eifrige und geschickte Hülfe besten Dank.

Über den Skleroklas von Binn.

Von Dr. H. Baumhauer
in Lüdinghausen.

(Vorgelegt von Hrn. C. Klein.)

Der Skleroklas, dieses seltene, bisher nur im Dolomit des Binnenthals gefundene Mineral, bestehend aus Schwefelarsen und Schwefelblei, ist sowohl hinsichtlich seiner Krystallform, wie auch seiner quantitativen chemischen Zusammensetzung noch unvollkommen erforscht. Der letzte Forscher, welcher sich eingehend mit demselben beschäftigte, war G. vom Rath. Derselbe veröffentlichte vor nun 31 Jahren seine Beobachtungen über Skleroklas, sowie Dufrénoysit und Jordanit in seinen »Mineralogischen Mittheilungen (Fortsetzung III)« in Poggendorff's Annalen (Bd. 122). Er stellte das Axenverhältniss des rhombisch krystallisirenden Minerals fest ($a:b:c = 0.539:1:0.619$) und nahm als die richtige chemische Formel für dasselbe an $PbS . As_2S_3$. Hinsichtlich der Ausbildung der Krystalle bemerkt er: »Die Krystalle des Skleroklas bieten einer genaueren Bestimmung sehr grosse Schwierigkeiten dar. Es sind mehr oder weniger gerundete oder durch die Endfläche c (oP) breite Prismen, welche in der der Axe b parallelen Zone eine sehr grosse Zahl von Flächen besitzen. Die Flächen dieser Zone geben am Goniometer fast nie ein gutes Bild, sondern meist ein lang verzerrtes, so dass man die Flächenneigung kaum auf einen Grad genau bestimmen kann. Das Octaeder (P) beobachtete ich nur an einem Krystall, welcher ausserdem messbare Flächen der Längsprismen besass, dessen Querprismen sich indess nicht messen liessen. ... Es kann nicht geleugnet werden, dass die Formeln der Querprismen mit einiger Unsicherheit behaftet sind. ... Nur die Auffindung besserer Krystalle wird es möglich machen, die Zahl und Neigungen der Querprismen genau zu bestimmen. Die Skleroklaskrystalle sind meist nur 1–2 Linien lang, dabei sehr dünn, an ihren Enden sind sie gewöhnlich verbrochen, da sie sehr spröde sind.« G. vom Rath giebt ausser der Grundpyramide und den drei Pinakoiden für den Skleroklas folgende Formen an:

5 Brachydomen: $f = \breve{P}\infty$, $\frac{4}{3}f = \frac{4}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{3}{2}f = \frac{3}{2}\breve{P}\infty$, $2f = 2\breve{P}\infty$, $4f = 4\breve{P}\infty$;
13 Makrodomen: $\frac{1}{8}d = \frac{1}{8}\bar{P}\infty$, $\frac{1}{4}d = \frac{1}{4}\bar{P}\infty$, $\frac{5}{14}d = \frac{5}{14}\bar{P}\infty$, $\frac{5}{11}d = \frac{5}{11}\bar{P}\infty$, $\frac{1}{2}d = \frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $\frac{5}{9}d = \frac{5}{9}\bar{P}\infty$, $\frac{5}{7}d = \frac{5}{7}\bar{P}\infty$, $\frac{5}{6}d = \frac{5}{6}\bar{P}\infty$, $d = \bar{P}\infty$, $\frac{5}{4}d = \frac{5}{4}\bar{P}\infty$, $\frac{5}{3}d = \frac{5}{3}\bar{P}\infty$, $5d = 5\bar{P}\infty$, $10d = 10\bar{P}\infty$ ($\frac{1}{2}d$ und $5d$ bezeichnet vom Rath als zweifelhaft).

Ein Vergleich zwischen den gemessenen und den berechneten Winkeln zeigt, dass in manchen Fällen eine gute oder ziemlich gute Übereinstimmung herrscht, dass aber auch bedeutendere Abweichungen (bis zu 50 Minuten) vorkommen, oder dass die gemessenen Winkel zwischen ziemlich weiten Grenzen schwanken.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung des Skleroklas bemerkt vom Rath: »Unter den von S. von Waltershausen und Uhrlaub ausgeführten Analysen befindet sich eine, von welcher man mit Bestimmtheit annehmen kann, dass sie den Skleroklas betreffe, indem von von Waltershausen ausdrücklich hervorgehoben wird, dass nur Bruchstücke von Krystallen mit gestreiften Prismenflächen von einer hellbleigrauen Varietät vom spec. Gew. 5.303 einer sehr sorgfältigen Analyse unterworfen wurden, die folgendes Resultat ergab:

Schwefel ...	25.91		
Silber	0.42	verlangt S = 0.06	7.21
Eisen	0.45	.... = 0.26	
Blei	44.56	.... = 6.89	
Arsen......	28.56	.... =	18.28
	99.90		25.49

Es verhält sich demnach hier die Schwefelmenge der Sulfobasen zu derjenigen des Arsens wie die Zahlen 1.18 : 3, was zu der Formel führt $PbS . As_2S_3$, welche verlangt:

Schwefel ...	26.39
Blei	42.68
Arsen	30.93

Wenngleich die Übereinstimmung zwischen der gefundenen und der berechneten Mischung keine vollkommene ist, so scheint mir dennoch die Analyse den Beweis zu führen, dass der Skleroklas jener Formel entsprechend zusammengesetzt ist, als Einfach-Schwefelarsenikblei. von Waltershausen selbst zieht zwar aus seiner Analyse ein ganz anderes Resultat, indem er die untersuchten Krystalle als eine isomorphe Mischung seiner beiden Species (Arsenomelan und Skleroklas) betrachtet, und zwar von 3.124 Theilen $PbS . As_2S_3$ (Arsenomelan) und von 1 Theil $2PbS . As_2S_3$ (Skleroklas). Doch kann ich ihm in dieser Ansicht nicht folgen.« Man wird zugeben müssen, dass hiermit die Frage nach der Formel des Skleroklas, d. h. des von vom Rath so benannten Minerals noch nicht endgültig entschieden sei, denn die Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung (s. oben) ist nicht un-

bedeutend. Berechnet man aber die procentische Zusammensetzung für eine Mischung (welcher Art bleibe hier unerörtert) von 3 Mol. $PbS.As_2S_3$ und 1 Mol. $2PbS.As_2S_3$ (= Dufrénoysit, VOM RATH), so ergiebt sich:

Schwefel...	25.320
Blei.......	46.305
Arsen	28.375

Hiermit stimmt die Analyse von S. VON WALTERSHAUSEN nahe überein, wenn man in letzterer das Silber und Eisen(?) als Vertreter des Bleis ansieht. Es ist auf jeden Fall wünschenswerth, dass nach so langer Unterbrechung neue krystallographische und chemische Untersuchungen des Skleroklas unternommen werden. Die nachstehenden Beobachtungen mögen als Beitrag hierzu dienen.

In letzter Zeit erhielt ich von Binn mehrere Skleroklasstufen, von welchen ich sowohl, wenn auch sehr kleine, doch gut messbare Krystalle, als auch eine zur quantitativen Analyse hinreichende Menge dieses Minerals entnehmen konnte. Meine goniometrischen Messungen erstrecken sich hauptsächlich auf vier Krystalle bez. Krystallfragmente; die Zahl der nunmehr am Skleroklas mehr oder weniger sicher nachgewiesenen Formen ist dadurch von 22 (nach VOM RATH) auf 59 gestiegen.

Krystall I. An diesem äusserst kleinen, noch nicht 1^{mm} grossen Krystall konnte ich nur in der Brachydomenzone einige Messungen anstellen; dabei ergab sich:

$^4/_5\breve{P}\infty : oP = 26° 10^1/_2'$,	ber.	$26° 20^1/_2'$
$^4/_3\breve{P}\infty$: » $= 39° 22'$,	»	$39° 31^1/_2'$
$2\breve{P}\infty$: » $= 50° 55'$,	»	$51° 4'$
$4\breve{P}\infty$: » $= 67° 58'$,	»	$68° 0'$
$\infty\breve{P}\infty$: » $= 90° 0'$,	»	$90° 0'$

Das Brachydoma $^4/_5\breve{P}\infty$ ist für den Skleroklas neu.

Krystall II. An diesem Fragment konnte nach Zudeckung der die Messung störenden oder dazu ungeeigneten Theile in der Makrodomenzone bestimmt gemessen werden:

$^1/_6\bar{P}\infty : oP = 10° 55^1/_2'$,	ber.	$10° 50'$
$^2/_7\bar{P}\infty$: » $= 18° 17^1/_2'$,	»	$18° 10'$

Die hier ermittelten Makrodomen sind beide neu.

Krystall III. Bei weitem das grösste Interesse erregte dieser an neuen Formen reiche Krystall, welcher zudem von derselben Stufe stammt, die auch das Material für die Analyse geliefert hat. Derselbe ist etwa 2^{mm} lang und 1^{mm} breit und zeigt ganz besonders die bei Skleroklas so häufige starke Furchung nach der Makrodiagonale, so dass er stellenweise wie aus mehreren parallel verwachsenen Individuen zusammengesetzt erscheint. Auch nach der Brachydiagonal

zeigt er einen treppenförmigen Absatz bez. Wiederholung gewisser Brachydomenflächen. Viele der theilweise äusserst kleinen Flächen spiegeln zwar gut und geben einfache Reflexbilder; dennoch war das Studium dieses Krystalles ein recht mühsames, zumal da die weitaus meisten Formen nur mit je einer Fläche auftreten.

Wie bei den anderen Krystallen wurde auch hier zur Orientirung von der sehr gut spiegelnden Basis sowie von der Zone der Brachydomen ausgegangen. In letzterer maass ich:

(neu)	$^4/_{11}\breve{P}\infty : oP$	$= 12^\circ\ 38^1/_4{}'$,	ber. $12^\circ\ 41'$
(»)	$^2/_5\breve{P}\infty :$ »	$= 13^\circ\ 38^1/_2{}'$,	» $13^\circ\ 54^1/_2{}'$
	$\breve{P}\infty :$ »	$= 31^\circ\ 31^1/_2{}'$,	» $31^\circ\ 45'$
	$^4/_3\breve{P}\infty :$ »	$= 39^\circ\ 19^1/_2{}'$,	» $39^\circ\ 31^1/_2{}'$
	$2\breve{P}\infty :$ »	$= 51^\circ\ 6^3/_4{}'$,	» $51^\circ\ 4'$
	$4\breve{P}\infty :$ »	$= 68^\circ\ 1'$,	» $68^\circ\ 0'$

Die drei letzten Brachydomen zeigen die grösste Flächenausdehnung, unter ihnen herrscht wieder $2\breve{P}\infty$ vor. Während vom Rath von Pyramiden nur P beobachtete, gelang es mir, an diesem Krystall deren zwölf zu bestimmen, von welchen nur eine mit zwei Flächen, die übrigen nur mit je einer Fläche erscheinen. Wegen der meist sehr geringen Grösse dieser Flächen war bei einzelnen derselben nur eine ungefähre Einstellung möglich. In der Zone der Protopyramiden liegen 2P und 4P (mit zwei Flächen), während ich die Grundpyramide P nicht fand. Die Bestimmung von 2P und 4P geschah aus folgenden Messungen:

1. Fläche	$4P : oP$	$= 79^\circ\ 8^1/_2{}'$,	ber. $79^\circ\ 9'$
	» : $2\breve{P}\infty$ bez. $(44\bar{1}):(021)$	$= 75^\circ\ 53'$,	» $75^\circ\ 52'$
2. Fläche	$4P : oP$	$= 79^\circ\ 5'$,	» $79^\circ\ 9'$
	» : $^4/_3\breve{P}\infty$ bez. $(441):(043)$	$= 64^\circ\ 12'$,	» $63^\circ\ 47'$
	$2P : oP$	$= 69^\circ\ 2'$ (cc.),	» $69^\circ\ 2'$

Ausser den genannten beiden Protopyramiden beobachtete ich noch zehn Brachypyramiden und zwar sämmtlich nur mit je einer, ebenso wie die der Protopyramiden recht kleinen Fläche. Dieselben vertheilen sich auf zwei Zonen, ihre allgemeinen Symbole sind $m\breve{P}\,^9/_5$ und $m\breve{P}\,^{13}/_6$; sie bewegen sich also gleichsam um die entsprechenden Brachypyramiden des Zeichens $m\breve{P}2$. Die grösste Fläche der ersten Zone ist $^{12}/_5\breve{P}\,^9/_5$, die übrigen sind $13\breve{P}\,^9/_5$, $6\breve{P}\,^9/_5$, $3\breve{P}\,^9/_5$ und $^{17}/_{10}\breve{P}\,^9/_5$. Diese Symbole ergeben sich aus folgenden Messungen:

$^{12}/_5\breve{P}\,^9/_5 : 2\breve{P}\infty$ bez. $(20\cdot36\cdot15):(02\bar{1})$	$= 77^\circ\ 9^3/_4{}'$,	ber. $77^\circ\ 4^1/_2{}'$
» $: oP$	$= 64^\circ\ 49^1/_2{}'$,	» $64^\circ\ 53'$
$13\breve{P}\,^9/_5 :$ »	$= 84^\circ\ 52'$ (cc.) ,	» $85^\circ\ 3'$
$6\breve{P}\,^9/_5 :$ »	$= 79^\circ\ 12^1/_2{}'$,	» $79^\circ\ 23'$
$3\breve{P}\,^9/_5 :$ »	$= 69^\circ\ 42^1/_2{}'$ (cc.),	» $69^\circ\ 27'$
$^{17}/_{10}\breve{P}\,^9/_5 :$ »	$= 56^\circ\ 45^1/_2{}'$,	» $56^\circ\ 30'$

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Messungen ist die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung als befriedigend anzusehen. Zur Bestimmung der Flächen der anderen Zone wurde ausgegangen von einer derselben, welche mit oP den Winkel 77° 59½', mit $2\breve{P}\infty$ im gleichen Octanten einen solchen von 44° 45½' einschliesst. Hierfür berechnet sich das Symbol ${}^{29}/_{5}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$, welches für jene Winkel die Werthe 78° 3' und 44° 55' verlangt. Die übrigen Flächen dieser Zone sind $13\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$, ${}^{3}/_{2}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$, $3\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$ und ${}^{17}/_{10}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$, wie sich aus folgenden Winkeln ergiebt:

$13\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$: oP	= 84° 35½'	, ber.	84° 36½'
$3\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$: „	= 68° 8'	, „	67° 45'
${}^{17}/_{10}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$: „	= 54° 33½' (cc.),	„	54° 10½'
${}^{3}/_{2}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$: „	= 50° 22½'	, „	50° 43'

Zwischen den Pyramiden dieser beiden Zonen herrscht eine interessante Beziehung, indem mehrere Mal je zwei in ihrem Symbol denselben auf die Axe c bezüglichen Coefficienten aufweisen. Dieser Regel fügt sich auch die Pyramide, welcher oben das Symbol $6\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$ beibeigelegt wurde; denn der beobachtete Werth für die Neigung zur Basis 79° 12½' lässt sich ebenso gut auf eine Fläche ${}^{29}/_{5}\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$ beziehen, welche erfordert 79° 1½' (die Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung ist in beiden Fällen fast identisch). Andererseits würde sich schon ein bedeutenderer Unterschied zwischen Rechnung und Beobachtung ergeben, wenn man die als ${}^{29}/_{5}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$ aufgefasste Fläche als $6\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$ betrachten wollte, da letztere eine Neigung zu oP von 78° 26½' (Diff. 0° 27') erfordert. Nach dem Gesagten erhält man folgende Übersicht über die beobachteten Brachypyramiden (die der angegebenen Analogie gemäss noch fehlenden Pyramiden sind in Klammern beigesetzt):

$13\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$	entspricht	$13\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$
${}^{29}/_{5}\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$	„	${}^{29}/_{5}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$
$3\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$	„	$3\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$
${}^{12}/_{5}\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$	„	[${}^{12}/_{5}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$]
${}^{17}/_{10}\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$	„	${}^{17}/_{10}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$
[${}^{3}/_{2}\breve{P}\,{}^{9}/_{5}$]	„	${}^{3}/_{2}\breve{P}\,{}^{13}/_{6}$

Die makrodiagonalen Polkanten je zweier entsprechender Pyramiden fallen demnach zusammen.

In der stark gestreiften Makrodomenzone konnten nur wenige Messungen angestellt werden. Es ergaben sich dabei folgende Neigungswinkel zur Basis: 15° 35' (cc.), 18° 51' (cc.), 30° 22' (ein zweiter Reflex führte auf 30° 0½') und 72° 17'. Dieselben kommen den für ${}^{1}/_{4}\bar{P}\infty$, ${}^{3}/_{10}\bar{P}\infty$, ${}^{1}/_{2}\bar{P}\infty$ und ${}^{11}/_{4}\bar{P}\infty$ berechneten mehr oder weniger nahe; es sind dies die Winkel 16° 1' (Diff. 26'), 19° 0½' (Diff. 9½'), 29° 52' (Diff. 30' bez. 8½') und 72° 26' (Diff. 9').

Krystall IV. Dieser Krystall ist grösser als der vorige; seine Dimensionen nach den Axen a, b, c sind etwa 2, 2, 1mm. Pyramidenflächen konnten an demselben nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, jedoch ergab sich eine grosse Zahl von Brachy- und Makrodomen. Ich beobachtete an dem einen, flächenreicheren Krystallende folgende Brachydomen:

1.	$^4/_{11}\breve{P}\infty$	Neigung zu oP = 12° 42'	ber. 12° 41'
2.	$^2/_5\,\breve{P}\infty$ (?)	„ „ „ = 14° 2'	„ 13° 54½'
3.	$^9/_{20}\breve{P}\infty$	„ „ „ = 15° 29½'	„ 15° 34'
4.	$^1/_2\,\breve{P}\infty$ (?)	„ „ „ = 17° 16'	„ 17° 12'
5.	„	„ „ „ = 16° 57½'	„ 17° 12'
6.	$^4/_7\,\breve{P}\infty$	„ „ „ = 19° 30'	„ 19° 28½'
7.	$^2/_3\,\breve{P}\infty$ (?)	„ „ „ = 22° 12½'	„ 22° 25½'
8.	$^4/_5\,\breve{P}\infty$	„ „ „ = 26° 20'	„ 26° 20½'
9.	$^4/_3\,\breve{P}\infty$ (?)	„ „ „ = 39° 30'	„ 39° 32'
10.	$^{41}/_{30}\breve{P}\infty$	„ „ „ = 40° 15½'	„ 40° 14'
11.	$^{47}/_{30}\breve{P}\infty$	„ „ „ = 44° 18½'	„ 44° 7'[1]
12.	$^{17}/_{10}\breve{P}\infty$ (?)	„ „ „ = 46° 32½'	„ 46° 27½'
13.	$^{26}/_{15}\breve{P}\infty$	„ „ „ = 47° 6'	„ 47° 1'
14.	$^{29}/_{15}\breve{P}\infty$	„ „ „ = 50° 3'	„ 50° 7'
15.	„	„ „ „ = 50° 6½'	„ 50° 7'
16.	$2\breve{P}\infty$	„ „ „ = 51° 8½'	„ 51° 4'
17.	$4\breve{P}\infty$	„ „ „ = 67° 58½'	„ 68° 0'
18.	„	„ „ „ = 68° 2½'	„ 68° 0'

Mit zwei Flächen treten merkwürdiger Weise nur drei dieser Formen, $^1/_2\breve{P}\infty$, $^{29}/_{15}\breve{P}\infty$ und $4\breve{P}\infty$, auf. Von den aufgeführten 18 Flächen lieferten nur schwache Reflexe bez. liessen nur unsichere Einstellung zu 2, 4, 7, 9, 12; dieselben sind deshalb mit (?) versehen. Auffallender Weise sind dies meist solche mit verhältnissmässig einfachem Symbol. An dem anderen Ende des Krystalles konnte ich, bei freilich nur annähernd genauer Einstellung, folgende Brachydomen messen:

19.	$^7/_{15}\breve{P}\infty$ (?)	Neigung zu oP = 16° 5'	ber. 16° 7'
20.	$^2/_3\,\breve{P}\infty$	„ „ „ = 22° 24½'	„ 22° 25½'
21.	$^5/_6\,\breve{P}\infty$ (?)	„ „ „ = 27° 5½'	„ 27° 17'
22.	$^{14}/_{15}\breve{P}\infty$	„ „ „ = 30° 0½'	„ 30° 1'
23.	$2\breve{P}\infty$	„ „ „ = 51° 8½'	„ 51° 4'
24.	„	„ „ „ = 51° 12½'	„ 51° 4'
25.	$4\breve{P}\infty$	„ „ „ = 68° 6'	„ 68° 0'
26.	„	„ „ „ = 68° 14½'	„ 68° 0'

Sehr schwach waren die Reflexe bei 19 und 21. Nur drei Brachydomen, nämlich $^2/_3\breve{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$ und $4\breve{P}\infty$, erscheinen an beiden Enden des Krystalls.

---

[1] $^8/_5\breve{P}\infty$ erfordert als Neigungswinkel zu oP 44° 43½'.

Die Formen $2\breve{P}\infty$ und $4\breve{P}\infty$ treten an allen von mir gemessenen Krystallen mit Brachydomen auf; auch $^{4}/_{3}\breve{P}\infty$ scheint stets vorzukommen. VOM RATH führt ausser diesen nur noch die Brachydomen $\breve{P}\infty$ und $^{3}/_{2}\breve{P}\infty$ auf; davon beobachtete ich $\breve{P}\infty$ nur einmal (an Kr. III), während ich $^{3}/_{2}\breve{P}\infty$ überhaupt nicht fand. Vielleicht ist diese Form noch unsicher, da auch bei VOM RATH die bezügliche Messung mit der Rechnung nicht allzu gut stimmt (Diff. 36')[1]. Von den neuen Brachydomen fand ich an zwei Krystallen: $^{4}/_{11}\breve{P}\infty$, $^{2}/_{5}\breve{P}\infty$, $^{4}/_{5}\breve{P}\infty$; die übrigen nur an Krystall IV, davon $^{2}/_{3}\breve{P}\infty$, $^{1}/_{2}\breve{P}\infty$ und das zu $2\breve{P}\infty$ vicinale $^{29}/_{15}\breve{P}\infty$ mit je zwei Flächen. Die genannten sechs Formen sind also wohl als sicher anzusehen. Von den übrigen, nur mit je einer Fläche auftretenden Brachydomen sind $^{9}/_{20}\breve{P}\infty$, $^{4}/_{7}\breve{P}\infty$, $^{26}/_{15}\breve{P}\infty$ und $^{14}/_{15}\breve{P}\infty$ die sichersten, Beobachtung und Rechnung stimmen bei ihnen gut (Diff.: $4^{1}/_{2}'$, $1^{1}/_{2}'$, $5'$, $^{1}/_{2}'$); eine recht gute Übereinstimmung zeigt auch die zu $^{4}/_{3}\breve{P}\infty$ vicinale Form $^{41}/_{30}\breve{P}\infty$ (Diff. $1^{1}/_{2}'$). Als noch unsicher sind also wohl zu betrachten: $^{7}/_{15}\breve{P}\infty$, $^{5}/_{6}\breve{P}\infty$, $^{17}/_{10}\breve{P}\infty$ und $^{47}/_{30}\breve{P}\infty$.

An Krystall IV konnte auch in der Makrodomenzone eine ganze Reihe von Messungen angestellt werden. Ich fand:

1.	$^{1}/_{6}\bar{P}\infty$	, Neigung zu oP =	$10^\circ\, 32^{1}/_{2}'$	, ber. $10^\circ\, 50'$
2.	$^{1}/_{4}\bar{P}\infty$	, » » » »	$16^\circ\, 2'$	, » $16^\circ\, 1'$
3.	$^{2}/_{7}\bar{P}\infty$	, » » » »	$18^\circ\, 17'$	, » $18^\circ\, 10'$
4.	$^{3}/_{10}\bar{P}\infty$	, » » » »	$18^\circ\, 51'$	, » $19^\circ\, 0^{1}/_{2}'$
5.	$^{3}/_{8}\bar{P}\infty$	, » » » »	$23^\circ\, 35^{1}/_{2}'$	, » $23^\circ\, 18'$
6.	$^{5}/_{9}\bar{P}\infty$	, » » » »	$32^\circ\, 30^{1}/_{2}'$	, » $32^\circ\, 32'$
7.	$^{4}/_{5}\bar{P}\infty$	, » » » »	$42^\circ\, 31^{1}/_{2}'$	, » $42^\circ\, 34^{1}/_{2}'$
8.	$^{5}/_{6}\bar{P}\infty$	, » » » »	$43^\circ\, 39'$	, » $43^\circ\, 44^{1}/_{2}'$
9.	$^{17}/_{18}\bar{P}\infty$ (?)	, » » » »	$47^\circ\, 23'$	, » $47^\circ\, 19^{1}/_{2}'$
10.	$^{26}/_{27}\bar{P}\infty$ (?)	, » » » »	$47^\circ\, 59'$	, » $47^\circ\, 52^{1}/_{2}'$
11.	$\bar{P}\infty$ (?)	, » » » »	$48^\circ\, 53'$	, » $48^\circ\, 57'$
12.	$^{19}/_{18}\bar{P}\infty$	, » » » »	$50^\circ\, 28^{1}/_{2}'$	, » $50^\circ\, 29'$
13.	»	, » » » »	$50^\circ\, 35'$ (c.c.)	, » $50^\circ\, 29'$
14.	$^{16}/_{9}\bar{P}\infty$ (?)	, » » » »	$63^\circ\, 41^{1}/_{2}'$	, » $63^\circ\, 54'$

Die Flächen 9, 10, 11 und 14 gaben nur einen schwachen Reflex, in der Nähe von 8, 9 und 10 traten zudem noch mehrfache, gehäufte Reflexe auf. Auch 1 entspricht dem hellsten unter zahlreichen Reflexen. Mehrere zweifelhafte Ablesungen sind in obiger Reihe nicht mit aufgeführt.

Vergleicht man die hier verzeichneten 13 Makrodomen mit den von VOM RATH aufgeführten 13 Formen, so findet man nur eine geringe Übereinstimmung. Nur $^{1}/_{4}\bar{P}\infty$, $^{5}/_{9}\bar{P}\infty$, $^{5}/_{6}\bar{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$ sind in

[1] VOM RATH bemerkt selbst: »$^{3}/_{2}\breve{P}\infty$, welches ich nur an einem Krystalle sah, gab ein schlechtes Bild«.

beiden Reihen vertreten. $^1/_4\bar{P}\infty$ wurde von vom Rath nicht selbst gemessen, er führt dafür nur die von Marignac beobachteten Grenzwerthe 15° 50'–16° 50' an. Die Form kann erst durch obige Messung (Diff. 1') als sicher gestellt bezeichnet werden. $^5/_9\bar{P}\infty$ weicht bei vom Rath und mir nur sehr wenig von der Rechnung ab, für $^5/_6\bar{P}\infty$ stimmt meine Messung noch etwas besser, als die von vom Rath angeführte Marignac'sche mit einer Differenz von $9^1/_2$'. $\bar{P}\infty$, von mir nur mit schwachem (doch mit der Rechnung gut stimmendem) Reflex beobachtet, wurde von vom Rath mit einer Differenz von 12' gemessen. Die übrigen 9 von diesem Autor aufgeführten Makrodomen wurden zum Theil von ihm selbst gemessen ($^5/_{14}\bar{P}\infty$, $^5/_{11}\bar{P}\infty$, $^5/_3\bar{P}\infty$, $10\bar{P}\infty$), zum Theil leitet er sie aus den Angaben von Marignac ab ($^1/_8\bar{P}\infty$, $^5/_7\bar{P}\infty$, $^5/_4\bar{P}\infty$), für zwei sind jedoch überhaupt keine Messungen angegeben ($^1/_2\bar{P}\infty$, $5\bar{P}\infty$). Diese beiden letzteren werden von vom Rath selbst als unsicher bezeichnet; an Krystall III konnte ich allerdings eine Fläche messen, welche $^1/_2\bar{P}\infty$ nahe kommt. Unsicher ist auch $^1/_8\bar{P}\infty$, da die dafür sprechenden Werthe (nach Marignac) 9° und 7° 23'–7° 40' ziemlich stark von dem berechneten 8° 10' abweichen. Als sicher oder ziemlich sicher bleiben also noch $^5/_{14}\bar{P}\infty$, $^5/_{11}\bar{P}\infty$, $^5/_7\bar{P}\infty$, $^5/_4\bar{P}\infty$, $^5/_3\bar{P}\infty$, $10\bar{P}\infty$.

Was die von mir an Krystall IV beobachteten Makrodomen, soweit sie nicht mit solchen nach vom Rath zusammenfallen, betrifft, so mögen die zu $\bar{P}\infty$ vicinalen $^{17}/_{18}\bar{P}\infty$ und $^{26}/_{27}\bar{P}\infty$, sowie $^{16}/_9\bar{P}\infty$ noch unsicher sein, die übrigen können jedoch wohl als bestimmt nachgewiesen betrachtet werden. — In der folgenden Tabelle sind noch einmal sämmtliche bisher am Skleroklas beobachteten Formen zusammengestellt; dabei die noch unsicheren bez. nur annähernd gemessenen mit *, die von mir neu gefundenen mit (†) bezeichnet.

Pyramiden.

1. P [111]	*5. (†) $^{17}/_{10}\breve{P}^{13}/_6$ [102·221·130]	9. (†) $^{17}/_{10}\breve{P}^9/_5$ [85·153·90]
2. (†) $2P$ [221]	6. (†) $3\breve{P}^{13}/_6$ [18·39·13]	10. (†) $^{12}/_5\breve{P}^9/_5$ [20·36·15]
3. (†) $4P$ [441]	7. (†) $^{29}/_5\breve{P}^{13}/_6$ [174·377·65]	*11. (†) $3\breve{P}^9/_5$ [5·9·3]
4. (†) $^3/_2\breve{P}^{13}/_6$ [18·39·26]	8. (†) $13\breve{P}^{13}/_6$ [6·13·1]	12. (†) $^{29}/_5\breve{P}^9/_5$ [145·261·45]
	*13. (†) $13\breve{P}^9/_5$ [65·117·9]	

Brachydomen.

14. (†) $^4/_{11}\breve{P}\infty$ [0·4·11]	21. (†) $^4/_5\breve{P}\infty$ [045]	*28. (†) $^{47}/_{30}\breve{P}\infty$ [0·47·30]
15. (†) $^2/_5\breve{P}\infty$ [025]	*22. (†) $^5/_6\breve{P}\infty$ [056]	*29. (†) $^{17}/_{10}\breve{P}\infty$ [0·17·10]
16. (†) $^9/_{20}\breve{P}\infty$ [0·9·20]	23. (†) $^{14}/_{15}\breve{P}\infty$ [0·14·15]	30. (†) $^{26}/_{15}\breve{P}\infty$ [0·26·15]
*17. (†) $^7/_{15}\breve{P}\infty$ [0·7·15]	24. $\breve{P}\infty$ [011]	31. (†) $^{29}/_{15}\breve{P}\infty$ [0·29·15]
18. (†) $^1/_2\breve{P}\infty$ [012]	25. $^4/_3\breve{P}\infty$ [043]	32. $2\breve{P}\infty$ [021]
19. (†) $^4/_7\breve{P}\infty$ [047]	26. (†) $^{41}/_{30}\breve{P}\infty$ [0·41·30]	33. $4\breve{P}\infty$ [041]
20. (†) $^2/_3\breve{P}\infty$ [023]	*27. $^3/_2\breve{P}\infty$ [032]	

Makrodomen.

*34.	$^{1}/_{8}\bar{P}\infty$ [108]	*42.	$^{1}/_{2}\bar{P}\infty$ [102]	50.	(†) $^{19}/_{18}\bar{P}\infty$ [19·0·18]
35.	(†) $^{1}/_{6}\bar{P}\infty$ [106]	43.	$^{5}/_{9}\bar{P}\infty$ [509]	51.	$^{5}/_{4}\bar{P}\infty$ [504]
36.	$^{1}/_{4}\bar{P}\infty$ [104]	44.	$^{5}/_{7}\bar{P}\infty$ [507]	52.	$^{5}/_{3}\bar{P}\infty$ [503]
37.	(†) $^{2}/_{7}\bar{P}\infty$ [207]	45.	(†) $^{4}/_{5}\bar{P}\infty$ [405]	*53.	(†) $^{16}/_{9}\bar{P}\infty$ [16·0·9]
38.	(†) $^{3}/_{10}\bar{P}\infty$ [3·0·10]	46.	$^{5}/_{6}\bar{P}\infty$ [506]	54.	(†) $^{11}/_{4}\bar{P}\infty$ [11·0·4]
39.	$^{5}/_{14}\bar{P}\infty$ [5·0·14]	*47.	(†) $^{17}/_{18}\bar{P}\infty$ [17·0·18]	*55.	$5\bar{P}\infty$ [501]
40.	(†) $^{3}/_{8}\bar{P}\infty$ [308]	*48.	(†) $^{26}/_{27}\bar{P}\infty$ [26·0·27]	56.	$10\bar{P}\infty$ [10·0·1]
41.	$^{5}/_{11}\bar{P}\infty$ [5·0·11]	49.	$\bar{P}\infty$ [101]		

Pinakoide.

57. $0P$ [001] 58. $\infty\bar{P}\infty$ [100] 59. $\infty\breve{P}\infty$ [010]

Zwillinge von Skleroklas wurden bis jetzt noch nicht beschrieben. Dennoch glaube ich, dass solche vorkommen, und zwar halte ich für solche gewisse, in neuerer Zeit im Binnenthal aufgefundene Krystalle, welche aus zwei sich annähernd rechtwinkelig kreuzenden Individuen bestehen. Dieselben erreichen bisweilen eine ziemlich beträchtliche Grösse (bis etwa 8 ^{mm}); da sie jedoch meist nur die stark gestreifte Makrodomenzone aufweisen und zudem wegen ihrer ausserordentlich grossen Sprödigkeit kaum unverletzt von dem Gestein zu lösen sind, so fand ich bisher keine Gelegenheit, die Art der Zwillingsverwachsung festzustellen.

Von der Stufe, welcher Krystall III entstammt, konnte ausserdem soviel des Minerals entnommen werden, dass eine quantitative Analyse ausgeführt werden konnte. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass der Krystall mit der später analysirten Substanz in directer Verbindung stand. Hr. Prof. KÖNIG in Münster hatte die Güte, die Analyse in seinem Laboratorium ausführen zu lassen; dieselbe ergab:

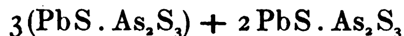
Schwefel...	25.26 Procent
Blei.......	46.08 „
Arsen	26.28 „
	97.62 Procent

Wegen der geringen Substanzmenge war es leider nicht möglich, weitere Controlbestimmungen auszuführen. Das specifische Gewicht des Minerals wurde zu 5.05 bestimmt, welche Zahl allerdings etwas kleiner als die von VON WALTERSHAUSEN angegebene (5.393) ist. Der Verlust beträgt bei obiger Analyse 2.38 Procent. Rechnet man denselben dem Arsen zu, so erhält man Zahlen, welche sehr nahe mit der procentischen Zusammensetzung einer Mischung von 3 Mol. $PbS . As_2S_3$ mit 1 Mol. $2 PbS . As_2S_3$ übereinstimmen. Wie schon bemerkt wurde, stimmt damit auch die von VOM RATH speciell auf den Skleroklas bezogene Analyse von S. VON WALTERSHAUSEN nahe überein. Aber auch

in dem Falle, dass man den obigen Verlust auf die drei Bestandtheile gleichmässig vertheilt, wobei man zu folgenden Zahlen gelangt:

Schwefel...	25.88 Procent
Blei.......	47.20 »
Arsen.....	26.92 »
	100.00 Procent

ist die Übereinstimmung mit jenen Zahlen grösser als mit denjenigen, welche der von vom Rath für den Skleroklas angenommenen Formel $PbS.As_2S_3$ entsprechen. von Waltershausen betrachtete die von ihm untersuchten Krystalle als eine Mischung von 1 Mol. $2PbS.As_2S_3$ mit 3.124 Mol. $PbS.As_2S_3$. Einstweilen, d.h. so lange, bis es möglich ist, weitere quantitative Analysen an sicher bestimmten Krystallen unseres Minerals auszuführen, möchte ich vorschlagen, die Zusammensetzung desselben durch die relativ einfache Formel



$$3(PbS.As_2S_3) + 2PbS.As_2S_3$$

auszudrücken, da dieselbe jedenfalls der Wirklichkeit sehr nahe kommt.

Der ano-rectale Lymphapparat.

Von Dr. D. Gerota
in Bukarest.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

In Rücksicht auf die praktische Wichtigkeit, welche durch Einführung der sacralen Entfernung von Mastdarmgeschwülsten die Frage nach dem Verlaufe der Lymphgefässe des Rectums und des Anus gewonnen hat, bewog mich, den betreffenden lymphatischen Apparat einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen. Insbesondere interessirt es zu wissen, zu welchen Lymphdrüsen die Lymphgefässe in erster Linie ziehen, welches mit anderen Worten die regionären Lymphdrüsen der Aftergegend und des Mastdarms sind. — Die Untersuchungen wurden in der I. anatomischen Anstalt der Berliner Universität an 20 Leichen (von Kindern und 4 Erwachsenen) ausgeführt.

Zur schärferen Fragestellung und klareren Beantwortung schicke ich voraus, dass ich mit Quénu[1] und Jonnesco[2] unterscheiden möchte: die Rectal-Schleimhaut, die Anal-Schleimhaut und die Anal-Haut. Die Anal-Schleimhaut beginnt am unteren Ende der Rectal-Säulchen (Columnae morgagni); hier liegt ein geschichtetes Plattenepithel, es fehlen aber Talgdrüsen und Haare, sowie die Verhornung der oberen Zellenlagen. Dieses Alles tritt bekanntlich erst weiter unten auf und es beginnt hier die Hautzone des Analrohres.

Bis auf die schönen Untersuchungen Quénu's (a. a. O.) war wenig vom Lymphapparate der genannten Theile bekannt; auch unterschied man nicht scharf genug zwischen den Lymphbahnen der genannten drei Bezirke und es finden sich kaum genauere und übereinstimmende Angaben über die Lage der regionären Lymphdrüsen.

Von einigen Autoren werden die Lymphbahnen des Rectums und der Anal-Schleimhaut nur zu den Lymphdrüsen des Mesorectums ge-

[1] Quénu, Vaisseaux lymphatiques de l'anus, Bull. de la Soc. anatomique, 68 année, 5 Sér. T. VII. Juin 1893. p. 399.

[2] Jonnesco, T., dans: Traité d'anatomie humaine par P. Poirier, T. IV. Tube digestif p. 375.

führt, andere lassen sie zu Drüsen ziehen, welche seitlich an der Vorderfläche des Sacrum gelegen seien, wieder andere lassen die Drüsen an den Ästen der Arteria haemorrhoidalis superior lagern; in einem der von mir nachgesehenen Werke wird von »glandulae rectales« schlechthin, ohne Angabe der Lage gesprochen (Rauber).

Wenn ich daher kurz die Ergebnisse der Untersuchungen Quénu's, die auch Jonnesco (a. a. O.) zu den seinigen macht, mittheile, so bringe ich damit den neuesten und besten Standpunkt unserer Kenntnisse über diese Dinge; ich kann vom »besten« Standpunkte um so mehr sprechen, als es mir gelungen ist, alle Angaben Quénu's zu bestätigen; aber ich vermochte sie auch in einigen, wie ich glaube, nicht unwesentlichen Punkten zu erweitern.

Nach Quénu hat man zu unterscheiden: 1. Die Lymphgefässe der Hautpartie des Anus, 2. die der Analschleimhaut, 3. die der Rectalschleimhaut. Hierzu kommen 4. noch die Lymphwege der Anal- und Rectalmusculatur. Eigene Untersuchungen hat Quénu nur über die analen Lymphgefässe (Nr. 1 und 2) angestellt.

Die Lymphcapillaren der Analhaut communiciren eines Theils mit den Lymphcapillaren der anstossenden Gesässhaut, anderen Theils mit denen des 2. Bezirks, der Analschleimhaut.

Die von den Lymphcapillaren der Analhaut sich sammelnden Stämme ziehen zu den Leistendrüsen, und zwar sowohl zu den inneren oberen, als auch zu den inneren unteren, wie dies Letztere Quénu ermittelt hat und ich bestätigen kann. Mit Quénu mögen diese Stämme »Vasa lymphatica haemorrhoidalia inferiora« genannt werden.

Die Lymphcapillaren der Analschleimhaut, ein reiches Netz bildend, sollen nach Quénu in Lymphstämme übergehen, welche dieser zuerst beschrieben hat und die dem Laufe der Arterie und Vena haemorrhoidalia media folgen, wo sie auch ihre ersten Lymphdrüsen treffen, und zwar sollen dies die Lymphoglandulae hypogastricae, die an der Theilung der Vena hypogastrica liegen, sein. Einige Male fand sie Quénu zu einer Drüse ziehen, welche am oberen Umfange des Foramen ischiadicum majus lag. Quénu bezeichnet sie als »Vasa lymphatica haemorrhoidalia media«; er muss es jedoch bis auf Weiteres unbestimmt lassen, ob dieselben beständig sind.

Die Lymphcapillaren der Rectalschleimhaut stehen nach den Angaben Quénu's mit denen der Analschleimhaut in Verbindung, und zwar durch die Lymphcapillaren der Columnae Morgagnii, die äusserst reichlich entwickelt sind und förmliche »Glomi lymphatici« bilden (Sappey), während man in der Schleimhaut der Sinus Morgagnii nur sehr wenige Lymphbahnen antrifft.

Die aus diesen reichen Netzen der Columnae Morgagnii und der umgebenden Rectalschleimhaut entstehenden Lymphstämme durchbohren die Muskelhaut fast immer dicht neben einem Zweige der Arterie haemorrhoidalis superior. Quénu nennt die sich an die Äste der Vasa sanguifera haemorrhoidalia superiora anschliessenden Stämme die »Vasa lymphatica haemorrhoidalia superiora«, sie sollen in die Lymphdrüsen eintreten, welche den gleichnamigen Blutgefässen, insbesondere den Venen im Mesorectum, anliegen. Dies kann ich bestätigen und vervollständigen.

Die von mir gewonnenen neuen Ergebnisse bestehen nun in Folgendem: Es finden sich an beiden Seitenwänden des Rectums auf der unteren bauchfellfreien Strecke dieses Organs eine Anzahl Lymphdrüsen — die Zahl derselben schwankt von 2–6–8 —, welche gelegen sind vom Niveau der Steissbeinspitze bis zur Umschlagsstelle des Bauchfelles, und zwar an den Ästen der Vasa sanguifera haemorrhoidalia superiora, zwischen der Fascia propria recti[1] und der Muskelhaut, der sie fest anliegen. Mit der Vorderfläche des Os sacrum oder des Os coccygis haben diese Drüsen nichts zu schaffen, da sie von ihr durch die Fascia propria recti getrennt sind. Überhaupt habe ich keine Lymphdrüsen auf der Vorderfläche des Sacrum gefunden, welche Lymphgefässe vom Rectum oder vom Anus her aufgenommen hätten. Diese Drüsen, wenigstens die oberen derselben, sind vielleicht von Quénu oder auch von früheren Autoren gesehen worden, die tiefer unten im Niveau des Steissbeins gelegenen wohl nicht, so viel ich wenigstens aus den Beschreibungen entnehmen kann. Als bisher aber noch nicht bekannt muss ich Nachstehendes hervorheben: 1. Sämmtliche Lymphgefässe der Schleimhaut des unteren Rectumgebietes gehen zunächst in diese lateralen Rectallymphdrüsen ein, bevor sie zu den höher oben gelegenen Drüsen des Mesorectums, die von allen Autoren erwähnt werden und die mehr der hinteren Mittellinie entlang liegen, gelangen. 2. Diese lateralen Rectallymphdrüsen nehmen auch die Lymphgefässe der Analschleimhaut auf, selbst wenn die von Quénu beschriebenen unbeständigen Vasa lymphatica haemorrhoidalia media und deren zugehörige Lymphdrüsen existiren. Aus diesen Gründen schlage ich für diese Drüsen die Bezeichnung »Lymphoglandulae ano-rectales« vor.

Da nun die meisten zur Operation drängenden Rectaltumoren in den unteren Partien des in Rede stehenden Organs ihren Ursprung nehmen, so werden die von mir beschriebenen ano-rectalen Lymph-

[1] Die »Fascia propria recti«, wie ich die betreffende chirurgisch äusserst wichtige Bildung benennen möchte, ist zuerst von Jonnesco genau beschrieben worden als »gaine fibro-séreuse du Rectum«, a. a. O. S. 362. Ich hoffe darauf in einer anderen Arbeit zurückzukommen.

drüsen die zuerst und hauptsächlich etwa afficirten sein und würden, da sie auch die Lymphgefässe des oberen Analgebietes aufnehmen, selbst bei einschlägigen Affectionen des Anus in Betracht kommen. Günstig für die Entfernung ist, dass sie bei den Operationen vom Sacrum her sicher und leicht erreichbar sind.

Es gelang mir nicht, die Lymphgefässe der Rectal- und Analmusculatur beim Menschen zu injiciren; den Grund dafür vermag ich nicht anzugeben, zumal ihre Füllung beim Hunde sehr leicht und vollständig erzielt wurde. Die betreffenden Stämme nahmen hier denselben Verlauf und zeigten dieselben Beziehungen, wie die aus der Rectalschleimhaut sich entwickelnden Züge.

Ausgegeben am 14. März.

1895.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

7. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Schmidt las 'über die Schicksale der Lautverbindung *mn* in den indogermanischen Sprachen'.

Ausgegeben am 14. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

14. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. O. Hertwig hielt einen Vortrag über die Entwickelung des menschlichen Kopfskelets und demonstrirte dabei zwei Modelle, welche nach der von Born eingeführten Methode aus Schnittserien durch zwei menschliche Embryonen im zweiten anatomischen Institut angefertigt worden sind. Das eine Modell stellt das Primordialcranium eines am Ende des zweiten Monats seiner Entwickelung stehenden menschlichen Embryos dar. Das zweite Modell zeigt das schon erheblich weiter entwickelte Kopfskelet eines Embryos am Ende des dritten Monats. An demselben sind ausser dem knorpligen Primordialcranium und den in ihm inzwischen entstandenen Knochenkernen bereits auch die Anlagen aller Belegknochen vorhanden. Beide Modelle sind dem rühmlichst bekannten Atelier für plastische Reconstruction des Hrn. Dr. Ziegler in Freiburg zur weiteren Ausarbeitung übergeben worden und werden später von demselben als Unterrichtsmittel vervielfältigt werden.

2. Hr. Fischer macht Mittheilung über die Synthese des Caffeins, welche er in Gemeinschaft mit Hrn. L. Ach ausgeführt hat.

Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Hr. Auwers legte eine von dem Director des Lick Observatory, Mt. Hamilton, Cal., Hrn. Prof. Holden eingesandte Mondphotographie vor, die 16fache Vergrösserung einer im Focus des grossen Refractors der Sternwarte am 8. Nov. 1894 erhaltenen Aufnahme der Landschaft Gassendi.

4. Im Auftrag der Herausgeber I. Surutschan und B. Latyschev wurden vorgelegt Inscriptiones Graecae et Latinae novissimis annis (1889–1894) Museo Surutschaniano quod est Kischinevi inlatae.

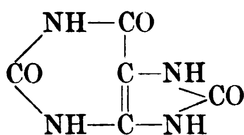
Die von der Akademie vollzogene Wahl der ordentlichen Professoren an der Universität hierselbst HH. Dr. Carl Stumpf, Dr. Erich Schmidt, Dr. Adolf Erman, Director der aegyptischen Abtheilung der Königlichen Museen, zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe ist durch Allerhöchsten Erlass vom 18. Februar bestätigt worden.

Das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe Sir Henry Rawlinson in London ist am 5. März gestorben.

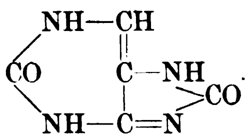
Synthese des Caffeins.

Von Emil Fischer und Lorenz Ach.

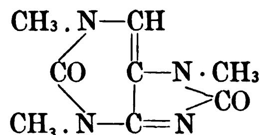
Obschon die Ähnlichkeit der Harnsäure mit dem Xanthin und Caffein längst erkannt und in den folgenden Structurformeln[1] zum Ausdruck gebracht worden ist:



Harnsäure



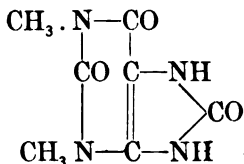
Xanthin



Caffein

so sind doch bisher alle Versuche, einen Übergang von der Säure zu den beiden Basen zu construiren, erfolglos geblieben; denn die schon vor 30 Jahren von Strecker[2] behauptete Verwandlung der Harnsäure in Xanthin durch Natriumamalgam hat sich als ein Irrthum herausgestellt[3]. Da aber gerade die Xanthinbasen als wesentlicher Bestandtheil der Nucleine[4] für die physiologische Chemie immer mehr an Interesse gewinnen und vielleicht auch im Organismus die Quelle für Harnsäure bilden, so schien es uns angezeigt, durch Lösung des obigen Problems eine thatsächliche Grundlage für die physiologisch-chemischen Betrachtungen zu schaffen.

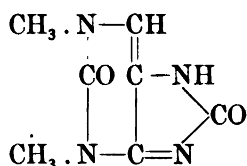
Zu dem Zweck haben wir die Versuche, der Harnsäure Sauerstoff zu entziehen, wieder aufgenommen. Wir gelangten jedoch erst zum Ziele, als wir die bisher unbekannte Dimethylharnsäure benutzten, welche die beiden Methyle im Alloxankern enthält und mithin die Structur besitzt:



---

[1] E. Fischer, Liebig's Annal. 215. 313 und Ber. d. D. chem. Ges. 17. 1776.
[2] Liebig's Annal. 131. 121.
[3] E. Fischer, Ber. d. D. chem. Ges. 17. 328.
[4] Kossel, Zeitschrift für physiol. Chem. 3. 284 und 4. 290

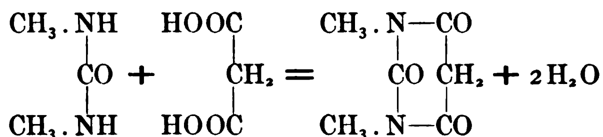
Da die Verbindung nicht durch Methylirung der Harnsäure selbst gewonnen werden konnte, so mussten wir für ihre Bereitung den Umweg über die leicht zugängliche Dimethylpseudoharnsäure[1] wählen und ein neues Verfahren ermitteln, letztere in ein Derivat der Harnsäure umzuwandeln. Das Mittel, diese so oft vergeblich versuchte Reaction zu verwirklichen, fanden wir in der schmelzenden Oxalsäure, welche hier zugleich lösend und wasserentziehend wirkt. Dasselbe Verfahren hat sich auch in vorzüglicher Weise bewährt, um die Harnsäure selbst aus der Pseudoverbindung zu gewinnen und repraesentirt mithin eine neue und vielleicht die einfachste Synthese derselben. Die oben erwähnte Dimethylharnsäure lässt sich nun in folgendes Dimethylxanthin umwandeln



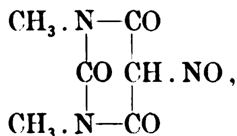
Das ist aber nichts Anderes als das Theophyllin, welches Kossel[2] im Thee aufgefunden und in Caffein übergeführt hat.

Damit ist die totale Synthese des Letzteren ermöglicht. Sie stellt sich in folgenden Phasen dar:

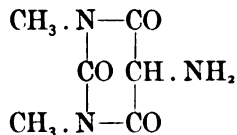
1. Dimethylharnstoff und Malonsäure vereinigen sich zu Dimethylmalonylharnstoff[3]



2. Aus dem Dimethylmalonylharnstoff entstehen nach bekannten Reactionen[4] der Nitrosokörper

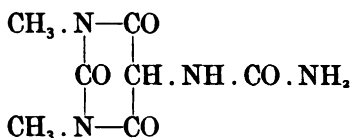


dann das Dimethyluramil

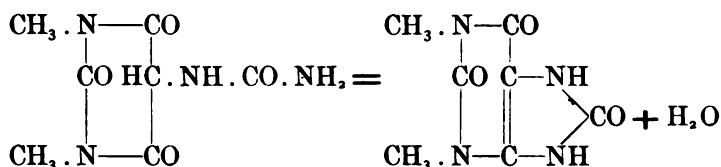


[1] Techow, Ber. d. D. chem. Ges. 27. 3088.
[2] Zeitschrift für physiol. Chem. 13. 298.
[3] Mulder, Ber. d. D. chem. Ges. 12. 466.
[4] Techow a. a. O.

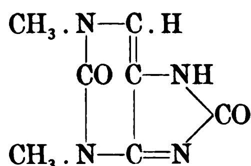
und endlich die Dimethylpseudoharnsäure



3. Die Dimethylpseudoharnsäure geht durch Verlust von Wasser in Dimethylharnsäure über:



4. Letztere wird in Theophyllin



übergeführt, dessen Verwandlung in Caffein längst bekannt ist.

Einen praktischen Werth kann die Synthese vorläufig nicht beanspruchen, da die Zahl der Operationen viel zu gross und in Folge dessen das Verfahren zu kostspielig ist. Anders würde sich die Frage gestalten, wenn es gelingt, die Harnsäure selbst so zu methyliren, dass beide Methyle in den Alloxankern eintreten.

Erwägt man, dass die meisten Pflanzenproducte, welche Caffein enthalten, wie Caffee, Thee, Guarana, Cola-Nuss u. s. w. in ungeheueren Massen als Genussmittel verbraucht werden, und dass sie zwar nicht den Geschmack, wohl aber die belebende Wirkung auf Nerven- und Herzthätigkeit vorzugsweise dem Caffein verdanken, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich dereinst die Industrie der Caffeinsynthese bemächtigen wird.

Die ausführliche Beschreibung unserer Beobachtungen, bei welchen wir uns der eifrigen und erfolgreichen Hülfe des Hrn. Dr. P. Hunsalz erfreuten, werden wir in einem chemischen Fachjournal geben.

Ausgegeben am 21. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

21. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Schmoller hielt einen Vortrag über Einkommensvertheilung in alter und neuer Zeit.

Verzeichniss der im tibetischen Tanjur, Abtheilung mDo (Sûtra), Band 117—124, enthaltenen Werke.

Von Dr. Georg Huth
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Weber am 7. Februar [s. oben S. 111].)

Dem nachfolgenden Verzeichniss liegt das in der Königl. Bibliothek zu Berlin befindliche Exemplar des tibetischen Tanjur (Holzdruck[1]) zu Grunde. Die vergleichenden Anmerkungen in den Fussnoten beziehen sich vor Allem auf den demselben beigegebenen, bezüglich des Inhalts, der Anordnung und der Angaben der Titel und Übersetzer vielfach abweichenden Index, welcher offenbar mit dem von Schiefner (Bull. 285) als *C* bezeichneten und genauer beschriebenen identisch ist. Ausserdem habe ich unter der Bezeichnung Index Schf. ein mir von Hrn. Prof. Grube aus Schiefner's Nachlass freundlichst überlassenes Fragment eines von letzterem copirten Index zur Vergleichung mit heranziehen können, welcher mit einem der beiden von Schiefner (Bull. 285) mit *A* und *B* bezeichneten Indices identisch zu sein scheint. Das Fragment umfasst die Nr. 3590–3643, welche letzte Nummer dem Werke dhûpayogaratnamâlânâma (= Band 123, 7) entspricht. — Für mancherlei Anregungen, Rathschläge, Hinweise bin ich Hrn. Prof. Weber zu grossem Danke verpflichtet.

Erklärung der übrigen Abkürzungen.

Bull. = Schiefner, »Über die logischen und grammatischen Werke im Tanjur«, in: Bulletin de la classe historico-philologique de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, Band IV (1848), p. 284–302. O. = Ort, an welchem die Übersetzung angefertigt wurde. Skr. = Sanskrit. V. = Verfasser. Ü. = Übersetzer.

Von zwei neben einander stehenden Zahlen bezeichnet die erste den Band, die zweite die Stelle eines Werkes innerhalb des betreffenden Bandes.

[1] I. J. 1889 durch den Kaiserl. Gesandten in Peking, Hrn. v. Brandt, erworben.

117. Band.

Verschiedene Zweige der Sanskrit-Philologie (*sgra rig-pa*).

A. Lexikographie (*mṅon-brjod*).

1. (fol. 1): अमरकोषनाम འཆི་མེད་མཛོད་ཅེས་བྱ་བ་ »Thesaurus des Amara«. V. *${}_{o}$Cʿi-ba med-pai seṅ-ge* (*Amarasiṃha*). Ü. Kîrticandra. Grags-pa-rgyal-mtʿsan aus Yar-luṅs. O. Yambu in Nepal.

2. (fol. 58ᵃ, 7): Ein etwas gedrängter Auszug aus dem ersten Theil des Commentars zu diesem Werke: अमरकोषटीका कामधेनुनाम འཆི་བ་མེད་པའི་མཛོད་ཀྱི་རྒྱ་ཆེར་འགྲེལ་པ་འདོད་འཇོའི་བ་མོ་ཞེས་བྱ་བ་ »Commentar zum Thesaurus des Amara, genannt: die Wunschkuh«. V. *Rab-${}_{o}$byor zla-ba* (*Subhûticandra*). Ü. Kîrticandra. Grags-pa rgyal-mtʿsan aus Yar-luṅs. O. Yambu in Nepal.

B. Poetik (*tʿsig-gi rgyan*).

3. (fol. 78ᵃ, 2): काव्यादर्श སྙན་དངགས་ཀྱི་མེ་ལོང་ »Spiegel der Poesie«. V. *dByug-pa-can* (*Daṇḍin*). Ü. Der indische upâdhyâya mahâkavi çrî-Lakshmîkara. Der bhikshu Śoṅ-ston. O. Sa-skya. Auf Befehl des Fürsten γNan-kya (?) bzaṅ-po. Zuletzt übersetzt von dem dpaṅ lo-tsâ-ba Blo-gros brtan-pa im Einklang mit dem Commentar des Ratnaçrî.

C. Metrik (*sdeb-sbyor*).

a) Theorie (*mtʿsan-ñid*).

4. (fol. 104, 2): छन्दोरत्नाकरनाम སྡེབ་སྦྱོར་རིན་ཆེན་འབྱུང་གནས་ཞེས་བྱ་བ་ Sanskrittext und tibetische Übersetzung (betreffs der Anordnung vergl. meine Ausgabe, Berlin 1890, pref. p. III). »Fundgrube der Metra-Juwelen.« V. *Ratnâkaraçânti* (*Rin-cʿen ${}_{o}$byuṅ-γnas żi-ba*).

5. (fol. 114, 6): Dasselbe Werk (betreffs der Anordnung vergl. a. a. O.). Ü. Zuerst übersetzt von Cʿos-ldan ras-pa und Grags-pa rgyal-mtʿsan aus Yar-luṅs, dann von Byaṅ-cʿub rtse-mo, Blo-gros brtan-pa, Nam-mkʿa bzaṅ-po. O. dPal-cʿe.

117, 1 = Index 117, 1.

117, 2 = Index 117, 2. Im Index Schf. einfach als Commentar Kâmadhenu zum Amarakosha bezeichnet.

117, 3 = Index 117, 3. Erste Übersetzer: paṇḍita Lakshmîkara und Śoṅ Blo-brtan (dagegen Index Schf. genau wie oben); auf Grund ihrer Übersetzung fertigte der dpaṅ lo-tsâ-ba im Einklang mit dem Commentar des Ratnakîrti die hier vorliegende Übersetzung an (Index Schf. ebenso).

117, 4. 5 = Index 117, 4. Den Text übersetzte Ża-lu lo-cʿen, die Übersetzung des Selbstcommentars wurde von Cʿos-ldan ras-pa begonnen und von Grags-pa rgyal-mtʿsan beendet; darauf fertigte Nam-mkʿa bzaṅ-po von Neuem eine Übersetzung an, nämlich die hier vorliegende. (Im Index Schf. unter zwei Nummern angeführt, welche 117, 4. 5 entsprechen; als Übersetzer des ersten wird Ża-lu lo-cʿen, als die Übersetzer der zweiten werden die übrigen im Index unter 117, 4 angeführten Gelehrten genannt.)

b) Beispiele der praktischen Anwendung (*dper-brjod*).

6. (fol. 138ª, 1): वृत्तमालास्तुति སྡེབ་སྦྱོར་གྱི་ཕྲེང་བའི་བསྟོད་པ་ »Lobpreis des Metren-Kranzes«. V. sthavira *Ye-ŝes dpal bŝes-γñen* (*Jñânaçrîmitra*). Ü. Von Ŝoṅ-ston lo-tsâ-ba c'en-po rDo-rje rgyal-mt'san begonnen, von Blo-gros brtan-pa auf Grund des Commentars des Çâkyarakshita beendet.

D. Grammatik.

7. (fol. 150, 6): त्याद्यन्तस्य प्रक्रिया विरचितानाम (?) ཏི་ལ་སོགས་པའི་མཐའི་བྱ་བ་རྣམ་པར་དབྱངས (v. l. དབྱད)་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Eingerichtetes Verfahren bei den Endungen ti u. s. w.«. Bei der ersten Anführung des Titels (fol. 150ª, 6) bezeichnet als: ཀ་ལཱ་པའི་ཏི་སོགས་འགྲེལ་པ་ »Erklärung [der Endungen] ti u. s. w. der Kalâpa [-Grammatik]«. V. *Sarvadhara*. Ü. rDo-rje rgyal-mt'san.

E. Poesie (*sñan-dṅags*).

8. (fol. 307ª, 5–320): मेघदूतनाम སྤྲིན་གྱི་ཕོ་ཉ་ཞེས་བྱ་བ་ »Der Wolkenbote«. V. *Nag-mo k'ol* (*Kâlidâsa*). Ü. Der kaschmirische paṇḍita mahâkavi Sumanaçrî. Byaṅ-c'ub rtse-mo. Nam-mk'a bzaṅ-po. O. Sa-skya. Auf Befehl des Grossfürsten Nam-mk'a brtan-pa.

118. Band.

Medicin (*γso-bai rig-pa*).

1. (fol. 1): योगशतकं སྦྱོར་བ་བརྒྱ་པ »Buch der hundert Medicamente«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*). Zuerst vorgetragen von dem nepalesischen grossen paṇḍita Jetakaṇṭa (oder °kāṇḍa?). Ü. Buddhaçrîjñâna aus dem östlichen Theile Indiens. Ñi-ma rgyal-mt'san bzaṅ-po, in Übereinstimmung mit drei Commentaren.

2. (fol. 10, 2): जीवसूत्रं སྨན་འཚོ་བའི་མདོ་ »Sûtra der Heilkunst«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*).

3. (fol. 14, 2): སྨན་ཨ་པའི་ཚོ་ག་ »Über die Anwendung des Heilmittels 'a-pa«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*).

117, 6 = Index 117, 5. Ü. Ŝoṅ-ston rDor-rgyal und Blo-brtan.

117, 7 = Index 117, 7 (dagegen im Index Schf. und Bull. dieselbe Reihenfolge wie oben). Index Schf. und Bull. haben nur den ersten Titel (mit der Lesart dpyad), Index nur den zweiten.

117, 8 = Index 117, 6.

118, 1 = Index 118, 1.

118, 2 = Index 118, 2.

118, 3 = Index 118, 3.

4. (fol. 15ª, 1): अष्टाङ्गहृदयसंहितानाम ཡན་ལག་བརྒྱད་པའི་སྙིང་པོ་བསྡུས་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Sammlung der Quintessenz der achtgliedrigen (medicinischen Wissenschaft)« (vergl. Wilson works III, 274–276 ed. Rost). V. Der grosse Arzt *P'a-k'ol* (*Vâgbhaṭa*), Sohn des Meisters der Ärzte *dGe-₀dun γsaṅ-ba* (*Saṃghaguhya*) oder *Seṅ-ge sbas-pa* (*Siṃhagupta*). Ü. Jarandhara. Rin-c'en bzaṅ-po.

5. (fol. 337ª, 1–423, 3): अष्टाङ्गहृदयनामवैडूर्यकभाष्यं ཡན་ལག་བརྒྱད་པའི་སྙིང་པོ་ཞེས་བྱ་བའི་སྨན་དཔྱད་ཀྱི་བཤད་པ་ »Medicinischer Commentar zur 'Quintessenz der achtgliedrigen (medicinischen Wissenschaft)'«. Selbst-Commentar (raṅ-₀grel) zu dem vorhergehenden Werke; Capitel 1–14.

119. Band.

1. (fol. 1–441ª, 6): Fortsetzung des eben erwähnten Commentars. Ü. Dharmaçrîvarman. Çâkya blo-gros. Rig-pa γžon-nu. dByig-gi rin-c'en. »Auf Befehl des mächtigen Königs von Tibet, âcârya, bodhisattva und königlichen Lama's Jñânaprabha«.

120. Band.

1. (fol. 1–323, 5): पदार्थचन्द्रिकाप्रभासनामाष्टाङ्गहृदयवृत्ति ཡན་ལག་བརྒྱད་པའི་སྙིང་པོའི་རྣམ་པར་འགྲེལ་པའི་ཚིག་གི་དོན་གྱི་ཟླ་ཟེར་ཞེས་བྱ་བ་ »Commentar zur 'Quintessenz der achtgliedrigen (medicinischen Wissenschaft)', genannt: Mondschein (Erläuterung) der Wortbedeutungen«.

121. Band.

1. (fol. 1–382, 3): Fortsetzung dieses Werkes.

122. Band.

1. (fol. 1): Schluss dieses Werkes. V. *Zla-ba-la dga-ba* (*Candrânanda*) aus Kaschmir, Sohn des *C'ags-pa-la dga-ba* (*Saṃgânanda*). Dieser *Zla-ba-la dga-ba* ist wohl identisch mit dem Arzt und Paṇḍit *Zla-ba-la mṅon-dga*, der zur Zeit des Königs K'ri sroṅ lde btsan von Tibet (reg. um die Mitte des 8. Jahrh. A. D.) dem Vairocana (s. unten S. 278) behilflich war, als dieser in Kaschmir das gegenwärtige Haupt-

118, 4 = Index 118, 4.
118, 5 = Index 118, 5.
119, 1 = Index 119, 1. (Im Index Schf. fehlen die Namen der Übersetzer.)
120, 1 = Index 120, 1; 121, 1 = Index 121, 1; 122, 1 = Index 122, 1. Im Index heisst der Übersetzer indischerseits Jarandhara (wie in 118, 4, vielleicht durch die Identität des tibetischen Übersetzers beider Werke, Rin-c'en bzaṅ-po, veranlasst), im Index Schf. Janadhana.

werk der Tibeter über Medicin, rGyud bži, »die vier Abhandlungen«, aus dem Sanskrit ins Tibetische übersetzte (s. J. A. Soc. Beng. IV, 1835, S. 1). Ü. Janardâna (richtig wohl Janârdana). Rin-c'en bzaṅ-po.

2. (fol. 330ᵃ, 4—362, 4): སྨན་དཔྱད་ཡན་ལག་བརྒྱད་པའི་སྙིང་པོའི་འགྲེལ་པ་ལས། སྨན་གྱི་མིང་གི་རྣམ་གྲངས་ཞེས་བྱ་བ་ »Aufzählung der Namen der Arzeneien aus dem Commentar zur 'Quintessenz der achtgliedrigen medicinischen Wissenschaft'«. V. *Zla-ba-la dga-ba* (*Candrânanda*).

123. Band.

1. (fol. 1): सर्वेश्वररसायनरोगहरशरीरपुष्टकनाम ཐམས་ཅད་ཀྱི་དབང་ཕྱུག་བཅུད་ལེན་ནད་ཐམས་ཅད་འཇོམས་ཤིང་ལུས་ཀྱི་སྟོབས་རྒྱས་པར་བྱེད་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Über das Elixir Sarveçvara, welches alle Krankheiten bezwingt und die Körperkräfte vermehrt«. Ü. Der yogin Çivadâsa aus Haridhobar. Der aus 'O-ryan. O. Bhutra.

Alchimie.

2. (fol. 3ᵃ, 2): रसायनशास्त्रोद्धृति གསེར་འགྱུར་གྱི་བསྟན་བཅོས་བསྡུས་པ་ »Auszug aus dem Çâstra über die Goldbereitung«. Am Schluss (fol. 5ᵃ, 5) bezeichnet als: གསེར་འགྱུར་རྩིའི་བསྟན་བཅོས་ V. *Bhalipa.*

Darstellende Künste.

3. (fol. 5ᵃ, 5): दशतलन्यग्रोधपरिमण्डलबुद्धप्रतिमालक्षणनाम སངས་རྒྱས་ཀྱི་སྐུའི་གཟུགས་བརྙན་གྱི་མཚན་ཉིད། མཐོ་བཅུ་པ་ཤིང་ནྱ་གྲོ་དྷ་ལྟར་ཆུ་ཞེང་གབ་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Über das Wesen der plastischen Darstellung Buddhas, dem zehn Spannen breiten Nyagrodha-Baum an Umfang gleich«.

4. (fol. 7ᵃ, 3): संबुद्धभाषितप्रतिमालक्षणविवरणनाम རྫོགས་པའི་སངས་རྒྱས་ཀྱིས་གསུངས་པའི་སྐུ་གཟུགས་ཀྱི་ཚད་ཀྱི་རྣམ་འགྲེལ་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Von dem Saṃbuddha verkündeter Commentar über die Grössenverhältnisse der (Buddha-) Statue«. Ü. Dharmadhara. Grags-pa rgyal-mt'san (Kîrtidhvaja) aus Yar-luṅs. O. Guṅ-t'aṅ, die Hauptstadt von Maṅ-yul.

5. (fol. 11ᵃ, 3): चित्रलक्षणं རི་མོའི་མཚན་ཉིད་ »Theorie der Malerei«.

122, 2 = Index 122, 2. Dort lautet der Titel »Aufzählung der Namen der Arzeneien, die von der achtgliedrigen (medicinischen Wissenschaft) gelehrt werden«.

123, 1 = Index 123, 2. Im Index und Index Schf. lauten die Namen der Übersetzer: paṇḍita Çivadâsa und Rin-c'en dpal (Ratnaçrî) aus 'O-ṭyan.

123, 2 = Index 123, 3. Im Index lautet der Titel »Çâstra über die Goldbereitung, unter Fortlassung des Schlusses«.

123, 3 fehlt im Index. (Im Index Schf. werden hier die Übersetzer und der Ort von 123, 4 angeführt.)

123, 4 = Index 123, 4 (fehlt im Index Schf.). Index hat im Titel statt t'sad »Maasse, Grössenverhältnisse« mt'san-ñid »Wesen«.

123, 5 fehlt im Index. (Im Index Schf. werden hier der Verfasser und die Übersetzer von 123, 6 angeführt.)

6. (fol. 23, 2): प्रतिमामानलक्षणानाम སྐུ་གཟུགས་ཀྱི་ཚད་ཀྱི་མཚན་ཉིད་ཅེས་བྱ་བ་ »Theorie der Grössenverhältnisse der Statuen«. V. maharshi *Eṭei bu* (»Sohn des Eṭe«). Ü. Dharmadhara. Grags-pa rgyal-mt'san (Kîrtidhvaja).

Chemie.

7. (fol. 28ª, 4): धूपयोगरत्नमालानाम སྤོས་སྦྱོར་རིན་པོ་ཆེའི་ཕྲེང་བ་ཞེས་བྱ་བ་ »Juwelenkranz von Räucherwerk-Praeparaten«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*). Ü. paṇḍita Żal mda nas aus Kaschmir (oder: »Se. Ehrwürden der Paṇḍit aus Kaschmir«?). Rin-c'en bzan-po (Ratnabhadra).

8. (fol. 28ª, 7): སྤོས་ཀྱི་སྦྱོར་བ་རེའུ་ཚར་བྱས་པ་ »Über die Verwendung von Räucherwerk-Praeparaten für die quadratischen Felder«. Am Schluss (fol. 29ª, 1) bezeichnet als: དྲི་སྦྱར་བའི་མིག་མངས་རིས་ཀྱི་སྦྱོར་བ་ཚིག་ »Über die Methode der Herstellung des »Schachbrett«[1]-Musters mittels praeparirter Parfüms«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*).

9. (fol. 29ª, 1): སྤོས་ཀྱི་སྦྱོར་བ་རེའུ་ཚར་བྱས་པའི་ཐབས་བཤད་པ་ »Erklärung der Methode der Verwendung von Räucherwerk-Praeparaten für die quadratischen Felder«.

Wahrsagerei und Astrologie.

10. (fol. 31ª, 5): प्रतीत्यसमुत्पादचक्रनाम རྟེན་ཅིང་འབྲེལ་པར་འབྱུང་བའི་འཁོར་ལོ་ཞེས་བྱ་བ་ »Rad der Verkettung von Ursachen und Wirkungen« (vergl. Schiefner in Weber's Indischen Streifen I 274). V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*).

11. (fol. 42, 6): शारिपुत्राष्टकं ཤཱ་རིའི་བུའི་བརྒྱད་པ་ »Über die acht (Vorzeichen) des *Çâriputra*«. fol. 42ª, 6–7: »Nachdem in einem nepalesischen

123, 6 = Index 123, 5 (fehlt im Index Schf.). Index lässt t'sad-kyi (»Grössenverhältnisse«) aus dem Titel fort und giebt als V. *Aṭei bu* an.

123, 7 fehlt im Index. (Im Index Schf. vorhanden; die Angaben stimmen mit den obigen überein.)

123, 8 = Index 123, 7. Titel: »Çâstra über die Räucherwerk-Praeparate: Herstellung des »Schachbrett«[1]-Musters mittelst praeparirter Parfüms«.

123, 9 = Index 123, 8.

123, 10 = Index 123, 9. Titel: »Die Wesenheit des Werkes über die Verkettung von Ursachen und Wirkungen« (rten-cin ₒbrel-par ₒbyuṅ-bai ytsug-lag-gi de-k'o-na-ñid). Hier werden zwei Übersetzer genannt: paṇḍita Buddhâkaraprabha und lo-tsâ-ba ₒGos lHas-btsas, letzterer wohl identisch mit dem in der tibetischen »Geschichte des Buddhismus in der Mongolei« von ₒJigs-med nam-mk'a (s. meine Ausgabe, Strassburg 1892, S. 68, 9. 190, 9–10 und meine im Druck befindliche Übersetzung, S. 107, 3–4. 302, 2 und n. 3) als älterer Zeitgenosse des ₒK'on dkon-mc'og rgyal-po (geb. 1033 A. D., s. J. A. Soc. Beng. 1889, S. 40) angeführten »lo-tst'sa-ba K'ug-pa lhas-btsas von ₒGos«.

123, 11 = Index 123, 10. Titel: »*Çâriputra's* acht Vorzeichen des Loos-Orakels« (Çârii bui mo-rtsis mt'san-ma brgyad-pa).

[1] *mig-man(s)*, »das Vieläugige«, nach Jäschke, A Tibetan-English Dictionary, London 1881, p. 414a »chessboard, game at tables«; *mig-maṅ rtse-ba* (Dsanglun), »to play at chess«.

Castell Se. Ehrwürden der paṇḍita Buddhaçrijñâna (dieses Werk) gehört hatte, wurde dasselbe von dem hochberühmten lo-tstʻsa-ba Ñima rgyal-mtʻsan dpal bzaṅ-po (Sûryadhvajaçrîbhadra) im Tiger-Jahre, am 15. Tage, dem Vollmondstage, des Monats Vaiçâkha, am Morgen, während 5 dbyu-gu's (Zeittheil = 24 Minuten oder $\frac{2}{5}$ Stunde), übersetzt, verbessert und redigirt« (Cyklus und genauere Jahresangabe fehlt).

12. (fol. 43, 1): युद्धजयार्णवतन्त्रराजस्वरोदयनाम གཡུལ་ལས་རྣམ་པར་རྒྱལ་བ་ཞེས་བྱ་བའི་རྒྱུད་ཀྱི་རྒྱལ་པོ་དབྱངས་འཆར་བ་ཞེས་བྱ་བ་ »Das Haupt-Tantra Svarodaya ('Hervorbrechen der Töne') aus dem Yuddhajayârṇava ('das Wogen des Siegeskampfes')« (vergl. Schiefner in Weber's Indischen Streifen I 275). Am Schluss (fol. 138ª, 6) bezeichnet als: ཐུབ་པ་ཆེན་པོ་དྲང་སྲོང་སྐར་མའི་ལྟས་ཀྱི་གཙུག་ལག་རྨ་བྱ་ལས་ལྟས་སྣ་ཚོགས་བསྟན་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Des mahâmuni ṛishi Werk über Sterndeutung, genannt: Deutung der verschiedenartigen Vorzeichen mit Hülfe des Pfauen (skr. *mayûra*)« (vergl. *mayûra*citrakam als Titel eines Capitels und eines Anhangs der *Gârgî*saṃhitâ bei Kern, Vorrede zur Ausgabe der Bṛihatsaṃhitâ, S. 33–35; vergl. die Fussnote hier unten).

13. (fol. 138ª, 6): ཨཱརྱ་བྱཱ་ཀ་ར་ཎའི་ནང་ནས་འབྱུང་བ་ »Das aus der vortrefflichen Vorhersagung (Âryavyâkaraṇam) sich Ergebende«. Am Schluss (fol. 157ª, 7) bezeichnet als: ཨཱརྱ་ཤ་རུ་ལངྐ་རྞའི་ནང་ནས་གཟའ་སྐར་གྱི་ལྟས་འབྱུང་བ་བཏུས་པ་ »Zusammenstellung der aus dem Âryaçarulaṅkarṇa(?) sich ergebenden Planeten- und Fixstern-Vorzeichen«.

14. (fol. 158, 1): आयुगणफलप्रकाशनाम ཚེ་རྩིས་ཀྱི་འབྲས་བུ་གསལ་བར་བྱེད་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Beleuchtung des Ergebnisses der Berechnung der Lebenszeit«. V. *Manapurusha.* Ü. Der Brahmane Lagmiti aus Nagarakoṭi. Nammkʻa rdo-rje (Âkâçavajra).

15. (fol. 158ª, 1): स्वरोदयार्थसंग्रह དབྱངས་འཆར་བའི་དོན་བསྡུས་པ་ »Zusammenfassung des Sinnes des Svarodaya«. V. *Seṅ-gei go-cʻa* (*Siṃhavarman*). Ü. çrî-Jayânanda. dGos-$_o$dod tʻams-cad $_o$byuṅ-ba. O. Das Kloster der yogin's (rnal-$_o$byor-pai γtsug-lag-kʻaṅ) in Nepal.

16. (fol. 160, 6): स्वरोदयलग्नफलोपदेश དབྱངས་འཆར་བའི་དུས་སྦྱོར་གྱི་འབྲས་བུ་ཉེ་བར་མཁོ་བ་ »Die im Svarodaya (ertheilte) Belehrung über das Ergebniss

123, 12 = Index 123, 12: »Das Werk, betitelt: 'Darlegung der Arten der Vorzeichen, von dem mahâmuni ṛishi *Garga*', aus dem Chinesischen übersetzt.«

123, 13 fehlt im Index.

123, 14 = Index 123, 16. Ü. Lagmati und mKʻa-$_o$gro rdo-rje (Ḍâkavajra).

123, 15 = Index 123, 17. Ü. Jayânanda und Šes-rab rin-cʻen (Prajñâratna).

123, 16 = Index 123, 18. Hier lautet der Titel nur: »Belehrung über das Ergebniss des Horoskop-Stellens«.

des Horoskop-Stellens«. Ü. çrî-Jayânanda. C'os-rje dpal (Dharmasvâmiçri).

17. (fol. 161, 4): དབྱངས་འཆར་གྱི་བརྒྱུད་པ་ནི་ »Die Lehrer des Svarodaya«. »Im (weiblichen) Erde-Schweine-Jahr (Cyklus fehlt), am 6. Tage des zunehmenden Mondes des mittleren Frühlings-Monats übersetzt«. O. Kloster Sal goṅ in Yambu in Nepal (vergl. 123, 32).

Lebensweisheit.

18. (fol. 161ª, 1): प्रज्ञाशतकनामप्रकरणं ཤེས་རབ་བརྒྱ་པ་ཞེས་བྱ་བའི་རབ་ཏུ་བྱེད་པ »Buch der hundert Weisheits(sprüche)«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*). Ü. Sarvajñadeva. dPal-brtsegs (Çrîkûṭa) (= dka-ba dPal-brtsegs?; dieser letztere, der Verfasser von 124, 11 [und 12?], war nach J. A. Soc. Beng. 1881, S. 227 fg. ein Zeitgenosse des Königs K'ri lde sroṅ btsan von Tibet [reg. 816–838 A. D.]).

19. (fol. 165ª, 4): नीतिशास्त्रप्रज्ञादण्डनाम ལུགས་ཀྱི་བསྟན་བཅོས་ཤེས་རབ་སྡོང་བུ་ཞེས་བྱ་བ་ »Çâstra der Lebensklugheit, genannt: Stab der Weisheit«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*). Separat-Übersetzung des 2. Capitels.

20. (fol. 176ª, 5): व्यनपुज्ञनतनत्त्रभधुपेशानाम(?) ལུགས་ཀྱི་བསྟན་བཅོས་སྐྱེ་བོ་གསོ་བའི་ཐིགས་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Çâstra der Lebensklugheit, genannt: Tropfen zur Ernährung (oder: Erfrischung, Gedeihen) des Menschen«. V. *Klu-sgrub* (*Nâgârjuna*). Ü. Çilendrabodhi und Ye-ṡes sde (Jñânasena) (beide nach 124, 1 Zeitgenossen des Königs K'ri lde sroṅ btsan von Tibet [reg. 816–838 A. D.]).

21. (fol. 180ª, 4): आर्याकोषनाम ཚིགས་སུ་བཅད་པའི་མཛོད་ཅེས་བྱ་བ »Schatz von Âryâ-Strophen«. V. *Ñi-ma sbas-pa* (*Ravigupta* oder *Sûryagupta*?). Ü. Jñânaçânti aus Za-hor. dPal-gyi lhun-po.

22. (fol. 186ª, 1): शतगाथी ཚིགས་སུ་བཅད་པ་བརྒྱ་པ་ »Buch der hundert Gâthâ's«. V. *mC'og sred* (*Vararuci*). Ü. Vinayacandra. C'os-kyi ṡes-rab (Dharmaprajña).

23. (fol. 191, 2): विमलप्रश्नोत्तररत्नमालानाम དྲི་མ་མེད་པའི་དྲིས་ལན་རིན་པོ་ཆེའི་ཕྲེང་བ་ཞེས་བྱ་བ་ »Kranz der fleckenlosen Frage- und Antwort-Juwelen«

123, 17 fehlt im Index.

123, 18 = Index 123, 21. Im Titel fehlt rab-tu byed-pa. (Bull. wie oben.)

123, 19 = Index 123, 22.

123, 20 = Index 123, 23. Bull.: Katalog *B* hat im Titel t'abs (»Methode«) statt t'igs-pa (»Tropfen«) und als Sanskrittitel व्यनपुज्ञनतभधुपोशानाम, während Schiefner als Sanskrittitel ज्ञनपूज्ञनोपायनामनीतिशास्त्र reconstruirt; im Katalog *A* fehlt dieses Werk.

123, 21 = Index 123, 24.

123, 22 = Index 123, 25.

123, 23 = Index 123, 26.

(vergl. den Jaina-Text bei Weber, Verzeichniss der Sanskrit-Handschriften der Kgl. Bibliothek zu Berlin, Bd. II, 3, S. 1118–1123 [Nr. 2021]). V. Der mahârâja, trefflichste kavi und mahâcârya *Don-yod ₒc'ar* (*Amoghodaya*). Ü. Kamalagupta. Rin-c'en bzañ-po (Ratnabhadra).

24. (fol. 192ª, 3): चाणक्यनीतिशास्त्रं ཙ་ན་ཀའི་ལུགས་ཀྱི་བསྟན་ཆོས་ »*Cânakya's* Çâstra der Lebensklugheit«. Am Schluss (fol. 203, 7) bezeichnet als: ཙ་ན་ཀ་རྒྱལ་པོའི་ལུགས་ཀྱི་བསྟན་བཅོས་ »*Cânakyarâja's* Çâstra der Lebensklugheit (nîti)«. Ü. Prabhâkaraçrîmitra. Rin-c'en bzañ-po (Ratnabhadra).

25. (fol. 203ª, 1): नीतिशास्त्रं ལུགས་ཀྱི་བསྟན་བཅོས »Çâstra der Lebensklugheit«. V. *Masuraksha*. Ü. Dharmaçrîvajra. Çâkya blo-gros (Çâkyamati) und Andere.

Chiromantie (*mii dpyad*).

26. (fol. 209, 5): सामुद्रिकपरीक्षातनलक्षणानाम མིའི་མཚན་ཉིད་རྟོག་པ་རྒྱ་མཚོ་ཞེས་བྱ་བ་ »Chiromantie, d. h. Untersuchung der (Körper-) Merkmale des Menschen« (vergl. Weber, Indische Streifen I 277). Ü. Dharmadhara. Grags-pa rgyal-mt'san (Kîrtidhvaja). O. dpal Sa-skya (Sa-spyi?). »Auf Veranlassung des grossen (Tri)piṭaka-Bekenners, des grossen tibetischen Gelehrten (Bhoṭapaṇḍita).«

27. (fol. 211ª, 3): सामुद्रव्यञ्जनानि རྒྱ་མཚོས་བསྟན་པའི་མཚན་ »Die von der Chiromantie gelehrten (Körper-) Merkmale« (vergl. a. a. O.). Ü. Prabhâkara aus der Stadt Chattrapur ausserhalb des Klosters Otantraspuri (Otantapurî) des Verwandlungs (?)-Haines in Madhyadeça. Der bhikshu aus 'U-ryan.' O. dpal bDe-c'en gliṅ am Berge sPud (sBuṅ?)-tra.

Krähen-Orakel.

28. (fol. 221, 1): काकसरिति བྱ་རོག་གི་སྐད་བརྟག་པར་བྱ་བ་ »Untersuchung des Krähen-Schreies« (vergl. Schiefner in Weber's Indischen Streifen I 275 f.). Ü. Dânaçîla (nach 124, 1 Zeitgenosse des Königs K'ri lde sroṅ btsan von Tibet [reg. 816–838 A. D.]). O. Kloster Yar-kluṅs t'añ-po c'e im Lande dBus.

Real-Lexikon.

29. (fol. 223, 1): व्युत्पत्ति བྱེ་བྲག་ཏུ་རྟོགས་པར་བྱེད་པ་ »Vielseitige Kenntniss«.

123, 24 = Index 123, 27. Titel: »*Cânakya's* Çâstra der râjanîti (Staatsklugheit)« (Tsanakai rgyal-poi lugs-kyi bstan-bcos). (Bull.: Titel wie oben an erster Stelle.)

123, 25 = Index 123, 28. Titel: »*Masurakshi's* çâstra der Lebensklugheit«. Der erste Übersetzer heisst hier Dharmaçrîbhadra; der Zusatz »und andere« fehlt.

123, 26 fehlt im Index.

123, 27 = Index 123, 29. Titel: »Die von der Chiromantie gelehrten fünfzehn Merkmale des Mannes und zehn Merkmale des Weibes«. Ü. Prabhâkara und Rin-c'en dpal (Ratnaçrî).

123, 28 = Index 123, 37.

123, 29 fehlt im Index.

Quecksilber-Gewinnung.

30. (fol. 377, 7): रसशास्त्रसिद्धिनाम དངུལ་ཆུ་སྒྲུབ་པའི་བསྟན་བཅོས་ཞེས་བྱ་བ་ »Çâstra der Quecksilber-Gewinnung«. V. *Bhalipa*. Ü. çrî-Narendrabhadra. Rin-c'en dpal (Ratnaçrî) aus 'U-rgyan. O. Der grosse Palast am Abhang des grossen Berges sBuṅ (sPud?)-tra.

Darstellung der Zauberer.

31. (fol. 383, 6): གྲུབ་ཐོབ་བརྒྱད་ཅུ་རྩ་བཞིའི་ཆ་ལུགས་འདོན་ཚུལ་ »Über die Art der Darstellung der vierundachtzig Siddha's«. Am Schluss (fol. 385ª, 1) heisst es: »Nachdem Mi-p'am zla-ba, Bhavabhadra, dGe-bai go-c'a und γNas-bżii dṅos-grub allesammt in Bu lon k'o in Nepal (dieses Werk) gehört hatten, schrieb es im 251. Jahre, am 6. Tage der dunklen Hälfte des Monats Caitra, unter dem Gestirn Ârdrâ, der bhikshu *dPal-sde* (*Çrîsena*) zu Nutz und Frommen aller Geschöpfe nieder«.

Astrologie.

32. (fol. 385ª, 2): ཚེའི་གནས་སྐབས་ཀྱི་འབྲས་བུ་ »Folgen der Lebenslage (Nativität)«. Ü. Jayânanda. dGos-$_{o}$dod t'ams-cad $_{o}$byuṅ-ba. O. Kloster Se lo gaṅ bu in der Stadt Yambu (vergl. 123, 17).

33. (fol. 386, 1): Sehr kurze astrologische Abhandlung ohne Titel.

34. (fol. 386, 4): चूडामणिनाम གཙུག་གི་ནོར་བུ་ཞེས་བྱ་བ་ »Scheiteljuwel«. Ü. lHan-cig skyes-pa (Sahaja) aus dem östlichen Theile Indiens. Rin-c'en dpal (Ratnaçrî) aus 'U-rgyan. O. District Tirahûti.

Heiligengeschichten.

35. (fol. 391, 3): ཙནྡྲ་གོ་མིའི་ལོ་རྒྱུས་ »Die Geschichte von Candragomin«. Ü. Vinayaçrî.

36. (fol. 391, 6): བི་ཁྱཱ་ཏ་དེ་བས་ཐུགས་རྗེ་ཆེན་པོ་ལ་གྲུབ་པ་ཐོབ་པའི་གཏམ་རྒྱུད་ »Erzählung, wie Vikhyâtadeva (rNam-par grags-pai lha) bei Mahâkaruṇa (T'ugs-rje c'en-po, »der grosse Erbarmer«, d. i. Avalokiteçvara) die Siddhi erlangte«. Ü. Vinayaçrîmitra.

123, 30 = Index 123, 1. Ü. Mi-dbaṅ bzaṅ-po (Narendrabhadra) und Rin-c'en dpal (Ratnaçrî) aus 'O-rgyan.

123, 31 = Index 123, 6. Titel: »Über die Art und Weise der malerischen Darstellung der vierundachtzig Siddha's« (grub-t'ob brgyad-cu rtsa bżii bri-t'abs [?]). V. bhikshu *dPal-sde* (*Çrîsena*) aus Nepal.

123, 32 = Index 123, 14. Ü. Jayânanda und Śes-rab rin-c'en (Prajñâratna).

123, 33 fehlt im Index.

123, 34 = Index 123, 15.

123, 35 = Index 123, 32.

123, 36 = Index 123, 33. Titel: »Erzählung wie der paṇḍita rNam-par grags-pa lha von T'ugs-rje c'en-po die Siddhi erlangte«.

37. (fol. 391ᵃ, 7): ཤིང་བཟོ་བས་གྲུབ་པ་ཐོབ་པའི་ལོ་རྒྱུས་ »Erzählung, wie ein Zimmermann die Siddhi erlangte«. Ü. Vinayaçrî.

38. (fol. 392, 6): བུད་མེད་ཀྱི་གྲུབ་པ་ཐོབ་པ་ »Wie ein Weib die Siddhi erlangte«. Ü. Vinayaçrî.

39. (fol. 392ᵃ, 2): སུ་ཁ་དེ་བས་གྲུབ་པ་ཐོབ་པ་ »Wie Sukhadeva die Siddhi erlangte«. Ü. Vinayaçrî.

40. (fol. 392ᵃ, 7–394, 4): སློབ་དཔོན་པདྨ་དགེ་བསྙེན་གྱི་ལོ་རྒྱུས་ »Geschichte von dem slob-dpon Padma dge-bsñen (âcârya Padmakalyâṇamitra)«. Am Schluss (fol. 394, 5) bezeichnet als: སློབ་དཔོན་པདྨ་དགེ་བསྙེན་གྱིས་འཇིག་རྟེན་དབང་ཕྱུག་ལ་གྲུབ་པ་ཐོབ་པའི་ལོ་རྒྱུས་ »Erzählung, wie der âcârya Padmakalyâṇamitra bei ₒJig-rten dbaṅ-pʻyug (Lokeçvara, d. i. Avalokiteçvara) die Siddhi erlangte«. Ü. Vinayaçrîmitra. lDan-ma tʻsul-kʻrims seṅ-ge.

124. Band.

Tibetische Sprachkunde.

1. (fol. 1): སྒྲ་སྦྱོར་བམ་པོ་གཉིས་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Die Herstellung des sprachlichen Ausdrucks: zwei Abtheilungen«. Aus der Zeit des Königs Kʻri lde sroṅ btsan von Tibet (reg. 816–838 A. D.).

2. (fol. 37, 5): व्याकरणमूलतृंशद्नाम ལུང་དུ་སྟོན་པ་རྩ་བ་སུམ་ཅུ་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Die Grundlage der Grammatik: die dreissig [Lautzeichen]«. Am Schluss (fol. 38ᵃ, 3) bezeichnet als: བྱཱ་ཀ་ར་ཎ་རྩ་བའི་ཤོ་ལོ་ཀ་སུམ་ཅུ་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Buch der dreissig Çloka über die Grundlage der Grammatik«. V. *Anu.*

3. (fol. 38ᵃ, 3): व्याकरणलिङ्गावतरणनाम ལུང་དུ་སྟོན་པ་རྟགས་ཀྱི་འཇུག་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Über das Herantreten grammatischer Affixe«. Abschnitt VI des zweiten Samantabhadravyâkaraṇam aus den »Acht Grundlagen der Grammatik«. V. *Anu.* Bei Târanâtha 155, übersetzt von SCHIEFNER, wird ein »von Candrakîrti verfasstes grammatisches çâstra Samantabhadram« erwähnt.

123, 37 = Index 123, 34.
123, 38 = Index 123, 35.
123, 39 = Index 123, 36.
123, 40 = Index 123, 31. Titel wie oben an zweiter Stelle.
Für Index 123, 31–36 werden als Übersetzer Vinayaçrîmitra und lDan-ma tʻsul-kʻrims seṅ-ge angegeben.
124, 1 = Index 124, 1.
124, 2 = Index 124, 2. V. *Tʻon-mi ʼAnu*; 124, 3 = Index 124, 3. V. *Tʻon-mi ʼAnu.* Von SCHIEFNER (Bull. p. 298) wird die Identität des Anu mit Anubhûti vermuthet, von Csoma de Körös werden diese beiden Werke dem Tʻon-mi sambhoṭa, dem Minister des Königs Sroṅ btsan sgam-po (1. Hälfte des 7. Jahrh. A.D.), zugeschrieben (s. Annales du Musée Guimet II 376).

4. (fol. 40, 3): གནས་བརྒྱད་ཆེན་པོའི་རྩ་བ་ »Grundlage der acht grossen Capitel (der Sprachlehre)«. V. *lCe k'yi ₒbrug* (nach 124, 1 Zeitgenosse eines Vorgängers des Königs K'ri lde sroṅ btsan von Tibet [reg. 816–838 A. D.]).

5. (fol. 43, 5): Der Commentar zu diesem Werke (གནས་བརྒྱད་ཀྱི་འགྲེལ་པ): शब्दशास्त्रं སྒྲའི་བསྟན་བཅོས་ »Sprachlehre«.

6. (fol. 54, 3): སྒྲའི་རྣམ་པར་དབྱེ་བ་བསྟན་པ་ »Casus-Lehre«.

Varia.

7. (fol. 63ª, 6): བཀའ་ཡང་དག་པའི་ཚད་མ་ལས་མདོ་བསྡུས་པ་ »Abriss der 'Richtschnur des richtigen Sprechens'«. Bei der ersten Erwähnung (fol. 63ª, 6) und am Schluss (fol. 99ª, 3) bezeichnet als: ཡོན་ཏན་བཀོད་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Plan der Fertigkeiten«.

8. (fol. 99ª, 3): ཤེར་སྙིང་འགྲེལ་པ་སྔགས་སུ་འགྲེལ་པ་ »Commentar zum Prajñâgarbha, in Formeln erklärt«. Am Schluss (fol. 104, 5) bezeichnet als: ཤཱ་རིའི་སིཾ་ཧས་མཛད་པའི་འགྲེལ་པ་མདོར་ལས་སྔགས་སུ་བཻ་རོ་ཙ་ནའི་དོན་དུ་བཀྲོལ་བའི་ཚིག་ཉུང་ལ་དོན་ཆེ་བ་ལ་གསལ་བའི་སྒྲོན་མ་ »Helle Leuchte: Abriss des von *Çârisiṃha* verfassten Commentars, in Formeln, im Sinne des *Vairocana* erklärt: in wenigen Worten viel Inhalt«. fol. 104, 6: »Von dem âcârya *Vairocana* erschien für König K'ri sroṅ lde btsan (reg. um die Mitte des 8. Jahrhunderts A. D.), zur Zeit als in der Ausübung der Zeichendeutung Hochmuth sich regte, dieser für Kinder und Kindeskinder berechnete Commentar«.

9. (fol. 104, 7): རིན་པོ་ཆེ་རྩོད་པའི་འཁོར་ལོ་ཞེས་བྱ་བ་ »Das kostbare Zwietracht-Rad«. Aus der Zeit des Königs K'ri sroṅ lde btsan von Tibet (reg. um die Mitte des 8. Jahrhunderts A. D.).

10. (fol. 124, 4): གཅེས་པ་བསྡུས་པའི་འཕྲིན་ཡིག་བཙུན་པ་ཆེན་པོ་དཔལ་དབྱངས་ཀྱིས་བོད་རྗེ་འབངས་ལ་སྤྲིངས་པ་ »Brief mit einer Auswahl des Wichtigsten (aus der

124, 4 = Index 124, 4. Titel: »Grundlage der acht Capitel«.

124, 5 = Index 124, 5. Nur als Commentar zu dem vorhergehenden Werke bezeichnet.

124, 6 = Index 124, 6. Titel: sgrai rnam-par dbye-ba bstan-pa subanta.

124, 7 = Index 124, 7. Titel: »Richtschnur des richtigen Sprechens, in fünfzehn Capiteln«. V. König *K'ri sroṅ lde btsan* (reg. um die Mitte des 8. Jahrhunderts A. D.).

124, 8 = Index 124, 8: »Abriss des Commentars zum Prajñâgarbha, in Formeln erklärt: von *Pagor Vairocana* dem König K'ri sroṅ lde btsan zur Belehrung vorgetragene, Sinn erhellende Leuchte«.

124, 9 = Index 124, 9: »Das von dem âcârya *Vairocana* dem Könige K'ri sroṅ lde btsan zur Belehrung vorgetragene kostbare Zwietracht-Rad«.

124, 10 = Index 124, 10.

religiösen Litteratur), von dem grossen Bhadanta *dPal-dbyaṅs* (*Çrîghosha*) an den Herrscher und das Volk von Tibet gesandt«.

11. (fol. 137ᵃ, 3): ལྟ་བའི་རིམ་པ་བཤད་པ་ »Erklärung der Stufen der Contemplation«. V. dKa-ba *dPal-rtsegs* (*Çrîkûṭa*) (nach J. A. Soc. Bengal, 1881, p. 228, Zeitgenosse des Königs K'ri lde sroṅ btsan [reg. 816–838 A. D.]).

12. (fol. 140, 1–293, 4): གསུང་རབ་རིན་པོ་ཆེའི་གཏམ་རྒྱུད་ཤཱཀྱའི་རབས་རྒྱུད་ »Genealogie der Çâkya's, wie sie von der erhabenen Heiligen Schrift überliefert ist«. V. upâdhyâya *dPal-brtsegs* (*Çrîkûṭa*).

124, 11 = Index 124, 11. V. Ka-ba *dPal-brtsegs* (*Çrîkûṭa*).

124, 12 = Index 124, 12. Titel: »Bericht (Überlieferung) der erhabenen Heiligen Schrift« (ohne den Zusatz »Genealogie der Çâkya's«).

Index 122 führt noch ein drittes Werk an, welches in der Sammlung selbst und im Index Schf. fehlt: rtai t'sei rig-pa bde-ba mt'a-dag rjes-su bstan-pa, »Unterweisung in allen nützlichen Kenntnissen der Pferdekunde«, »von dem maharshi *Çâlihotra* vollständig gesammelt und von dem indischen upâdhyâya âcârya Dharmaçrîbhadra und Rin-c'en bzaṅ-po (Ratnabhadra) übersetzt«.

Von den 37 Werken, welche Index 123 anführt, fehlen folgende 5 in der Sammlung selbst:

Nr. 11. mo-rtsis, »Loos-Orakel«. V. dpal-ldan (çrîmat) *Żi-ba lha* (*Çântideva*). Ü. Gotamaçrî. Buddhaçrîjñâna. Ñi-ma rgyal-mt'san (Sûryadhvaja).

Nr. 13: sbas-pa ɣsal-byed | man-ṅag dom-nag lce-mduṅ sogs dmar-nag-pai ₒk'or-lo, »(Die das Verborgene aufhellende) Unterweisung in der Magie: das schwarzrothe Rad mit dem schwarzen Bären, der Zungen-Lanze u. s. w.« V. *Seṅ-ge go-c'a* (*Siṃhavarman*). Ü. Jayânanda. Śes-rab rin-c'en (Prajñâratna).

Nr. 19: dus bstan-pai me-loṅ, »Der die Zeit zeigende Spiegel«. V. der grosse Brahmane *Dharahami*. Ü. Se. Ehrwürden der paṇḍita Bodhijñânaçrî aus dem östlichen Theile Indiens. Der sthavira Ñi-ma rgyal-mt'san dpal bzaṅ-po (Sûryadhvajaçrîbhadra).

Nr. 20: lo drug-cui ₒbras rtsis p'ur rtag-tu grags-pa, »Berechnung des Ergebnisses (des Cyklus) von sechzig Jahren, als Bṛihaspati(-Cyklus) stets berühmt«. V. draṅ-sroṅ *P'ur-bu* (ṛishi *Bṛihaspati*). Ü. Der Gelehrte Vinasiṃga (Vîṇâsiṃha?, Vinasika?) aus Yambu in Nepal.

Nr. 30: mii dpyad-kyi bstan-bcos bsdus-pa, »Çâstra der Chiromantie in verkürzter Fassung«. Ü. Der aus 'O-rgyan.

---

4. (fol. 40, 3): གནས་བརྒྱད་ཆེན་པོའི་རྩ་བ་ »Grundlage der acht grossen Capitel (der Sprachlehre)«. V. *lCe k'yi ₒbrug* (nach 124, 1 Zeitgenosse eines Vorgängers des Königs K'ri lde sron btsan von Tibet [reg. 816–838 A. D.]).

5. (fol. 43, 5): Der Commentar zu diesem Werke (གནས་བརྒྱད་ཀྱི་འགྲེལ་པ): शब्दशास्त्रं སྒྲའི་བསྟན་བཅོས་ »Sprachlehre«.

6. (fol. 54, 3): སྒྲའི་རྣམ་པར་དབྱེ་བ་བསྟན་པ་ »Casus-Lehre«.

Varia.

7. (fol. 63ᵃ, 6): བཀའ་ཡང་དག་པའི་ཚད་མ་ལས་མདོ་བཏུས་པ་ »Abriss der 'Richtschnur des richtigen Sprechens'«. Bei der ersten Erwähnung (fol. 63ᵃ, 6) und am Schluss (fol. 99ᵃ, 3) bezeichnet als: ཡོན་ཏན་བཀོད་པ་ཞེས་བྱ་བ་ »Plan der Fertigkeiten«.

8. (fol. 99ᵃ, 3): ཤེར་སྙིང་འགྲེལ་པ་སྔགས་སུ་འགྲེལ་པ་ »Commentar zum Prajñâgarbha, in Formeln erklärt«. Am Schluss (fol. 104, 5) bezeichnet als: ཤྲཱི་རིའི་སིཾ་ཧས་མཛད་པའི་འགྲེལ་པ་མདོ་ལས་སྔགས་སུ་བཻ་རོ་ཙ་ནའི་དོན་དུ་བཀྲོལ་བའི་ཚིག་ཉུང་ལ་དོན་ཆེ་བ་ལ་གསལ་བའི་སྒྲོན་མ་ »Helle Leuchte: Abriss des von *Çârisiṃha* verfassten Commentars, in Formeln, im Sinne des *Vairocana* erklärt: in wenigen Worten viel Inhalt«. fol. 104, 6: »Von dem âcârya *Vairocana* erschien für König K'ri sron lde btsan (reg. um die Mitte des 8. Jahrhunderts A. D.), zur Zeit als in der Ausübung der Zeichendeutung Hochmuth sich regte, dieser für Kinder und Kindeskinder berechnete Commentar«.

9. (fol. 104, 7): རིན་པོ་ཆེ་རྩོད་པའི་འཁོར་ལོ་ཞེས་བྱ་བ་ »Das kostbare Zwietracht-Rad«. Aus der Zeit des Königs K'ri sron lde btsan von Tibet (reg. um die Mitte des 8. Jahrhunderts A. D.).

10. (fol. 124, 4): གཅེས་པ་བསྡུས་པའི་འཕྲིན་ཡིག་བཙུན་པ་ཆེན་པོ་དཔལ་དབྱངས་ཀྱིས་བོད་རྗེ་འབངས་ལ་སྤྲིངས་པ་ »Brief mit einer Auswahl des Wichtigsten (aus der

124, 4 = Index 124, 4. Titel: »Grundlage der acht Capitel«.

124, 5 = Index 124, 5. Nur als Commentar zu dem vorhergehenden Werke bezeichnet.

124, 6 = Index 124, 6. Titel: sgrai rnam-par dbye-ba bstan-pa subanta.

124, 7 = Index 124, 7. Titel: »Richtschnur des richtigen Sprechens, in fünfzehn Capiteln«. V. König *K'ri sron lde btsan* (reg. um die Mitte des 8. Jahrhunderts A. D.).

124, 8 = Index 124, 8: »Abriss des Commentars zum Prajñâgarbha, in Formeln erklärt: von *Pagor Vairocana* dem König K'ri sron lde btsan zur Belehrung vorgetragene, Sinn erhellende Leuchte«.

124, 9 = Index 124, 9: »Das von dem âcârya *Vairocana* dem Könige K'ri sron lde btsan zur Belehrung vorgetragene kostbare Zwietracht-Rad«.

124, 10 = Index 124, 10.

religiösen Litteratur), von dem grossen Bhadanta *dPal-dbyaṅs* (*Çrîghosha*) an den Herrscher und das Volk von Tibet gesandt«.

11. (fol. 137ᵃ, 3): སྣོབའི་རིམ་པ་བཤད་པ་ »Erklärung der Stufen der Contemplation«. V. dKa-ba *dPal-rtsegs* (*Çrîkûṭa*) (nach J. A. Soc. Bengal, 1881, p. 228, Zeitgenosse des Königs K'ri lde sroṅ btsan [reg. 816–838 A. D.]).

12. (fol. 140, 1–293, 4): གསུང་རབ་རིན་པོ་ཆེའི་གཏམ་རྒྱུད་ཤཱཀྱའི་རབས་རྒྱུད་ »Genealogie der Çâkya's, wie sie von der erhabenen Heiligen Schrift überliefert ist«. V. upâdhyâya *dPal-brtsegs* (*Çrîkûṭa*).

124, 11 = Index 124, 11. V. Ka-ba *dPal-brtsegs* (*Çrîkûṭa*).

124, 12 = Index 124, 12. Titel: »Bericht (Überlieferung) der erhabenen Heiligen Schrift« (ohne den Zusatz »Genealogie der Çâkya's«).

Index 122 führt noch ein drittes Werk an, welches in der Sammlung selbst und im Index Schf. fehlt: rtai t'sei rig-pa bde-ba mt'a-dag rjes-su bstan-pa, »Unterweisung in allen nützlichen Kenntnissen der Pferdekunde«, »von dem maharshi *Çâlihotra* vollständig gesammelt und von dem indischen upâdhyâya âcârya Dharmaçrîbhadra und Rin-c'en bzaṅ-po (Ratnabhadra) übersetzt«.

Von den 37 Werken, welche Index 123 anführt, fehlen folgende 5 in der Sammlung selbst:

Nr. 11. mo-rtsis, »Loos-Orakel«. V. dpal-ldan (çrîmat) *Żi-ba lha* (*Çântideva*). Ü. Gotamaçrî. Buddhaçrîjñâna. Ñi-ma rgyal-mt'san (Sûryadhvaja).

Nr. 13: sbas-pa ɣsal-byed | man-ṅag dom-nag lce-mduṅ sogs dmar-nag-pai ₒk'or-lo, »(Die das Verborgene aufhellende) Unterweisung in der Magie: das schwarzrothe Rad mit dem schwarzen Bären, der Zungen-Lanze u. s. w.« V. *Seṅ-ge go-c'a* (*Siṃhavarman*). Ü. Jayânanda. Śes-rab rin-c'en (Prajñâratna).

Nr. 19: dus bstan-pai me-loṅ, »Der die Zeit zeigende Spiegel«. V. der grosse Brahmane *Dharahami*. Ü. Se. Ehrwürden der paṇḍita Bodhijñânaçrî aus dem östlichen Theile Indiens. Der sthavira Ñi-ma rgyal-mt'san dpal bzaṅ-po (Sûryadhvajaçrîbhadra).

Nr. 20: lo drug-cui ₒbras rtsis p'ur rtag-tu grags-pa, »Berechnung des Ergebnisses (des Cyklus) von sechzig Jahren, als Bṛihaspati(-Cyklus) stets berühmt«. V. draṅ-sroṅ *P'ur-bu* (ṛishi *Bṛihaspati*). Ü. Der Gelehrte Vinasiṃga (Vîṇâsiṃha?, Vinasika?) aus Yambu in Nepal.

Nr. 30: mii dpyad-kyi bstan-bcos bsdus-pa, »Çâstra der Chiromantie in verkürzter Fassung«. Ü. Der aus 'O-rgyan.

Anhang.

I. Concordanz der Sammlung selbst (S.), des Index (I.) und des Index Schf. (I. Schf.).

S.	I.	I. Schf.
Band 117.		
1	1	Nr. 3624
2	2	„ 3625
3	3	„ 3626
4	} 4	„ 3627
5	}	„ 3628
6	5	„ 3629
7	7	„ 3630
8	6	„ 3631
Band 118.		
1	1	„ 3632
2	2	„ 3633
3	3	„ 3634
4	4	„ 3635
5	5	}
Band 119.		} „ 3636
1	1	}

S.	I.	I. Schf.
Band 120-121.		}
Band 122.		} Nr. 3637
1	1	}
2	2	„ 3638
—	3	—
Band 123.		
1	2	„ 3639
2	3	„ 3640
3	—	„ 3641
4	4	—
5	—	„ 3642
6	5	—
7	—	„ 3643
Hier bricht das Fragment von I. Schf. ab.		

S.	I.
Band 123.	
8	7
9	8
10	9
11	10
—	11
12	12
13	—
—	13
14.	16
15	17
16	18
17	—
—	19
—	20
18	21
19	22

S.	I.
20	23
21	24
22	25
23	26
24	27
25	28
26	—
27	29
—	30
28	37
29	—
30	1
31	6
32	14
33	—
34	15
35	32
36	33

S.	I.
37	34
38	35
39	36
40	31
Band 124.	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12

II. Strophen-Concordanz der tibetischen Übersetzung (Tib.) des Meghadûta mit den Textausgaben von W(ilson) und St(enzler) und mit der in den Jaina-Text Pârçvâbhyudaya des Jinasena (edited and translated by Kashinath Bapu Pathak, Poona 1894) hineingewobenen Meghadûta-Version (Jaina).

Tib.	W.	St.	Jaina	Tib.	W.	St.	Jaina	Tib.	W.	St.	Jaina	Tib.	W.	St.	Jaina
1	1	1	1	26	26	24	24	49	49	47	49	—	—	VIII	75
2	2	2	2	27	27	25	25	50	50	48	50	—	—	IX	76
3	3	3	3	28	28	26	26	51	51	49	51	—	—	X	77
4	4	4	4	29	29	27	27	52	52	50	52	—	—	V	78
5	5	5	5	30	30	28	28	53	53	51	53	72	72	69	67
6	6	6	6	31	31	29	29	54	54	52	54	73	73	71	79
7	7	7	7	32	32	30	30	55	55	53	55	74	74	72	80
8	8	8	8	33	33	31	31	56	56	54	56	75	75	73	81
9	9	9	10	—	—	IV	32	57	57	55	57	76	76	74	82
10	10	10	9	—	—	III	33	58	58	56	58	77	77	75	86.
11	11	11	11	34	34	32	34	59	59	57	59	78	78	76	87
12	12	12	12	35	35	33	35	60	60	58	60	79	79	77	88
13	13	13	13	36	36	34	36	61	61	59	61	80	80	78	89
14	14	14	14	37	37	35	37	62	62	60	62	81	81	79	83
15	15	15	15	38	38	36	38	63	63	61	63	82	82	80	84
16	16	16	16	39	39	37	39	64	64	62	64	83	83	81	85
17	17	17	17	40	40	38	40	65	65	63	65	84	84	82	90
18	19	I	—	41	41	39	41	66	66	64	66	85	85	83	91
19	18	18	18	42	42	40	42	67	67	65	71	86	86	84	92
20	20	19	19	43	43	41	43	68	68	66	72	87	87	85	93
21	21	20	20	44	44	42	44	69	69	70	68	88	88	86	94
22	22	21	21	45	45	43	45	—	—	VII	69	89	89	88	95
23	23	II	—	46	46	44	46	—	—	VI	70	90	90	89	96
24	24	22	22	47	47	45	47	70	70	67	73	91	91	87	97
25	25	23	23	48	48	46	48	71	71	68	74	92	—	XI	—

Tib.	W.	St.	Jaina	Tib.	W.	St.	Jaina	Tib.	W.	St.	Jaina	Tib.	W.	St.	Jaina
93	—	XII	—	100	98	96	104	107	104	102	110	114	112	109	117
94	92	90	98	101	99	97	105	108	106	103	111	115	114	110	118
95	93	91	99	102	100	98	106	109	107	104	113	116	113	111	119
96	94	92	100	103	101	99	107	110	108	105	112	117	115	112	120
97	95	93	101	104	102	100	108	111	109	106	114	—	—	XIV	—
98	96	94	102	105	103	101	109	112	110	107	115	—	116	XV	—
99	97	95	103	106	105	XIII	—	113	111	108	116				

III. Über Strophe 14 der tibetischen Version des Meghadûta.

In ZDMG XXII (1868) S. 728 bespricht Weber den Nebensinn, der nach Mallinâtha's Angabe in der 14. Strophe des Meghadûta liegen und sich auf Kâlidâsa's Freund Nicula und seinen Gegner Dignâga beziehen soll, und die sich hieraus ergebenden chronologischen Consequenzen. Weber glaubt diese Interpretation auf den buddhistischen Logiker Dignâga beziehen zu müssen und erinnert daran, dass, nach Schiefner's Nachweis im Bull. S. 286 fg. 300, sich sowohl acht Schriften dieses Dignâga als auch der Meghadûta in tibetischer Übersetzung im Tanjur befinden, und zwar jene an der Spitze der in diese Sammlung aufgenommenen logischen Werke: unter Nr. 3537—3544, d. i. am Anfang von Band 95 der Abtheilung mDo (Sûtra), der Meghadûta unter Nr. 3631, d. i. in Band 117 derselben Abtheilung. Da dies das einzige schöngeistige Werk aus der profanen Sanskrit-Litteratur ist, welches neben so vielen wissenschaftlichen im Tanjur Aufnahme gefunden hat, so werden wir in der That zu der Vermuthung gedrängt, dass irgend welche Beziehungen zum Buddhismus dieselbe veranlasst haben. Dies würde die Annahme einer Beziehung zu Dignâga bis zu einem gewissen Grade stützen. Doch ist darauf hinzuweisen, dass nach Bull. S. 300 sich im Tanjur eine andere Beziehung, und zwar positiver Art, darzustellen scheint, die dann vielleicht auch die Aufnahme des Meghadûta in den Tanjur zu erklären vermag. Schiefner führt nämlich an jener Stelle aus Band 82 der nur buddhistisch-religiöse Werke enthaltenden Abtheilung rGyud (Tantra) des Tanjur unter Nr. 2748 ein Werk सरस्वतीस्तोत्रनाम des »Paṇḍit Kâlidâsa« und aus Band 85 unter Nr. 3022 ein Werk मङ्गलाष्टकं des »Mahâkavi Nag-moi ${}_{o}$baṅs«, d. h. »Knecht der Schwarzen« = Kâlidâsa, an und weist zum Beweise der Identität dieses letzteren Namens mit dem im Tibetischen sonst durch Nag-moi k'ol wiedergegebenen Kâlidâsa darauf hin, dass ziemlich häufig mehrere Übersetzungen ein und desselben Namens vorkommen.

In jedem Falle ist es von Wichtigkeit, jene Strophe des Meghadûta in der tibetischen Übersetzung zu untersuchen. Mit Bezug hierauf nun bemerkt Weber a. a. O., dass nach einer Mittheilung Schiefner's »sich in der tibetischen Version des Meghadûta nichts findet, was

der von Mallinâtha berichteten Interpretation etwa als weiterer Halt dienen könnte«. Die ihrer Fassung nach zum Theil vom Original abweichende tibetische Strophe lautet in Text und Übersetzung folgendermassen:

ནི་ཙུ་ལ་ནི་གསར་བས་གནས་འདི་ལས་ནི་ཁྱོད་ཡོང་མཁའ་ལ་བྱང་དུ་གདོང་ཕྱོགས་མཛོད ||
ཕྱོགས་ཀྱི་གླང་པོ་རྣམས་ཀྱི་ལག་པ་ཆེ་བས་བཅིངས་པའི་ལམ་ནི་ཡོངས་སུ་དོར་བར་གྱིས ||
རི་ཡི་རྩེ་མོ་ཕྲོགས་ནས་ཅི་བཞིན་འགྲོ་བ་འམ་ཆུ་འཛིན་ཡངས་ནས་འགྲོ་བ་འམ་ཅི་ཞེས་ཐེ་ཚོམ་དུ ||
གྱུར་ནས་གྲུབ་པའི་བུད་མེད་རྣམས་ཀྱིས་གྱེན་ཕྱོགས་བལྟས་ཏེ་འཇིགས་ཤིང་སྐྲག་པ་དངངས་པར་འགྱུར ||

Von dieser mit frischem nicula versehenen Stätte erhebe du dich;
zum Himmel auf, gen Norden wende dein Antlitz!
Den von den grossen Rüsseln[1] der Elephanten der Weltgegenden
gefesselten (d. h. versperrten)[2] Weg verschmähe gänzlich!
»Zieht etwa des Berges Gipfel, entführt, dahin? Oder zieht eine
Wolke, die sich erhoben, dahin?« von diesem Zweifel
Befallen, werden die Siddha-Frauen, aufwärts blickend, in Furcht,
Angst und Schrecken gerathen.

Ich halte es nicht für ganz ausgeschlossen, dass in der hier vorliegenden Fassung der zweiten Zeile, namentlich in der Wahl des Ausdrucks »verschmähen« (oder »verwerfen, ablehnen«) an Stelle des im Sanskrit-Original stehenden schwächeren Ausdrucks »vermeiden«, ein leiser Anklang an jene von Mallinâtha mitgetheilte Interpretation gefunden werden kann; vergl. in dieser Hinsicht auch die beiden Fussnoten. Irgend ein erklärender Zusatz, den man bei dieser Strophe etwa vermuthen könnte, findet sich nicht, wie überhaupt im Tanjur kein Commentar zum Meghadûta enthalten ist.

IV. Datum der Abfassung von 123, 31.

Die Angabe am Schluss des Werkes lautet: »Im 251. Jahre, am 6. Tage der dunklen Hälfte des Monats Caitra, unter dem Gestirn Ârdrâ«. Da nach den weiteren Angaben daselbst (s. oben) und im Index (s. die Fussnote dazu) hier nur die nepalesische Aera (879 A. D. beginnend) gemeint sein kann, so handelt es sich um das Jahr **1130 A. D.** Nach der in »Methods and tables for verifying Hindu dates, tithis,

[1] Tibetisch: *lag-pa*, das nur »Hand« bedeutet, aber = skr. *hasta* ist, welches die Bedeutungen »Hand« und »Elephantenrüssel« hat.

[2] Vielleicht ist statt བཅིངས *bcins* zu lesen བཙིངས *btsins*, Perfectum von འཚིང $_o t^{\prime}sin$, dessen Bedeutung nach Jäschke, A Tibetan-English Dictionary, London 1881, p. 459[a] unbekannt ist.

eclipses, nakshatras, etc. etc.« by HERMANN JACOBI, Bombay 1888 (reprinted from the Indian Antiquary, vol. XVII, p. 145–181, June 1888) p. 5 fg. angegebenen Methode der Berechnung ergiebt sich als weiteres Datum der **1. April**. Die Berechnung der bei JACOBI a. a. O., p. 12 fg. angegebenen Methode ergiebt für diesen Tag das nakshatra **Mûla**, während in obiger Angabe das nakshatra **Ârdrâ** steht, ein Widerspruch, für welchen JACOBI a. a. O. analoge Fälle aus Inschriften anführt.

V. Das chronologische Resultat.

A. Sanskrit-Originale:

120–122, 1. 122, 2 (S. 270 fg.) stammen aus dem 8. Jahrhundert A. D.

B. Übersetzungen aus dem Sanskrit:

123, 18. 20. 28. (S. 274 fg.) stammen aus der 1. Hälfte des 9. Jahrhunderts,

123, 10 (S. 272) aus der 1. Hälfte des 11. Jahrhunderts.

C. Tibetische Originale:

124, 2. 3 (S. 277) stammen eventuell aus der 1. Hälfte des 7. Jahrhunderts;

124, 7. 8. 9 (S. 278) stammen aus dem 8. Jahrhundert,

124, 4 (S. 278) aus der Zeit vor 816 A. D.,

124, 1. 11. 12. (S. 277. 279) aus der 1. Hälfte des 9. Jahrhunderts,

123, 31 (S. 276. 282 fg.) aus dem Jahre 1130 A. D.

Demnach gehören von den hier angeführten tibetischen Übersetzungen und original-tibetischen Werken die bis jetzt zeitlich fixirbaren dem 8. — bez. eventuell schon dem 7. — bis 12. Jahrhundert an. Wir dürfen mit Bestimmtheit hoffen, dass es künftig gelingen werde, auch die meisten übrigen Werke chronologisch zu fixiren, sei es auf Grund ihrer inhaltlichen Beziehungen zu jenen schon fixirten, sei es auf Grund der zeitlichen Ansetzung ihrer Verfasser bez. Übersetzer (nach Analogie obiger Fälle), für welche uns die weitere Erschliessung des Kanjur und Tanjur und der sonstigen tibetischen originalen und Übersetzungs-Litteratur, namentlich der geschichtlichen, — nach dem Beispiel der oben S. 272. 274. 275. 277. 278. 279 vorliegenden Fälle — sicherlich Anhaltspunkte und Beziehungen liefern wird.

Für die Sanskritphilologie würde es namentlich von Wichtigkeit sein, die Entstehungszeit der Übersetzungen der Profanwerke in Band 117–119 auf die angegebene Art feststellen zu können und damit indirect zugleich eine untere Grenze für die zeitliche Ansetzung dieser selbst und ihrer Verfasser zu finden. Damit würden in einzelnen Fällen, namentlich bei Amarasiṃha (s. 123, 1), und Kâlidâsa (s. 123, 8), deren Ansetzung noch immer streitig ist, Fragen von der grössten Tragweite für die indische Litteraturgeschichte entschieden sein.

Den umgekehrten Fall haben wir bei den beiden Werken in Band 120—122, wo wir auf Grund einer historischen Angabe in einem nichtkanonischen tibetischen Werke den Verfasser der Sanskrit-Originale, Candrânanda, direct zeitlich fixiren können und damit indirect eine obere Grenze für die Ansetzung der beiden Übersetzer des ersten der beiden Werke, des Janârdana (im Index: Jarandhara) und Rin-cʻen bzaṅ-po (Ratnabhadra) gewinnen. Nun sind aber Jarandhara und Rin-cʻen bzaṅ-po die Übersetzer von Vâgbhaṭa's Ashṭâṅgahṛidayasaṃhitâ (118, 4) und Rin-cʻen bzaṅ-po auch der Übersetzer der dem Nâgârjuna zugeschriebenen Dhûpayogaratnamâlâ (123, 7), der Vimalapraçnottararatnamâlâ des Amoghodaya (123, 23), des Câṇakyanîtiçâstram (123, 24) und eines dem Çâlihotra zugeschriebenen Tractates über Pferdekunde (Index 122, 3), die zeitliche Ansetzung jener mithin für die Feststellung der Abfassungszeit dieser Werke und der Zeit des Vâgbhaṭa und Amoghodaya von Wichtigkeit.

I. Verzeichniss der Verfasser[1].

1. Inder.

a) Sanskrit-Namen.

1. Aṭe's Sohn Index 123, 5.
2. Anubhûti Fussnote zu 124, 2. 3.
3. Amarasiṃha 117, 1.
4. Amoghodaya 123, 23.
5. Eṭe's Sohn 123, 6.
6. Kâlidâsa 117, 8.
7. Garga 123, 12 (s. Fussnote dazu).
8. Candrânanda 120—122, 1. 122, 2.
9. Câṇakya(râja) 123, 24.
10. Jñânaçrîmitra 117, 6.
11. Daṇḍin 117, 3.
12. Dharahami Index 123, 19.
13. Nâgârjuna 118, 1. 2. 3. 123, 7. 8. 10. 18. 19. 20.
14. (Buddha [Saṃbuddha] 123, 4.)
15. Bṛihaspati Index 123, 20.
16. Bhalipa 123, 2. 30.
17. Manapurusha 123, 14.
18. Masuraksha 123, 25.
19. Ratnâkaraçânti 117, 4. (5.)
20. Ravigupta 123, 21.
21. Vararuci 123, 22.
22. Vâgbhaṭa 118, 4.
23. Çântideva Index 123, 11.
24. (Çâriputra 123, 11.)
25. Çâlihotra Index 122, 3.
26. Çrîsena 123, 31.
27. Sarvadhara 117, 7.
28. Siṃhavarman 123, 15. Index 123, 13.
29. Subhûticandra 117, 2.

b) Tibetische Namen.

Die Zahlen verweisen auf die Nummern der entsprechenden Sanskrit-Namen.

Klu-sgrub 13.
mCʻog sred 21.
$_{o}$Cʻi-ba med-pai seṅ-ge 3.
Ñi-ma sbas-pa 20.
Don-yod $_{o}$cʻar 4.
Nag-mo kʻol 6.
dPal-sde 26.
Pʻa-kʻol 22.
Pʻur-bu 15.
dByug-pa-can 11.
Żi-ba lha 23.
Zla-ba-la dga-ba 8.
Ye-šes dpal bšes-ɣñen 10.
Rab-$_{o}$byor zla-ba 29.
Rin-cʻen $_{o}$byuṅ-ɣnas żi-ba 19.
Seṅ-gei go-cʻa 28.
'Aṭei bu 1.
'Eṭei bu 5.

[1] Der Index ist in diesen Verzeichnissen nur in den Fällen herangezogen, wo er abweichende Namen aufweist.

2. Tibeter.

a) Tibetische Namen.

b) Sanskrit-Namen.

II. Verzeichniss der Übersetzer.

1. Von indischer Seite.

a) Sanskrit-Namen.

b) Tibetische Namen.

2. Von tibetischer Seite.

a) Tibetische Namen.

b) Sanskrit-Namen.

Die Zahlen verweisen auf die Nummern der entsprechenden tibetischen Namen.

III. Verzeichniss der Heimathsorte der Verfasser und Übersetzer.

IV. Verzeichniss der Orte, in welchen die Übersetzungen entstanden.

Ausgegeben am 28. März.

1895.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

21. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers i. V.

1. Hr. Planck las über Absorption und Emission elektrischer Wellen durch Resonanz.

2. Hr. du Bois-Reymond liess durch Hrn. Munk eine von Hrn. Prof. I. Steiner in Köln an ihn eingesandte Mittheilung vorlegen über Entwickelung der Sinnessphaeren, insbesondere der Sehsphaere, auf der Grosshirnrinde des Neugeborenen.

Beide Mittheilungen sind in diesem Stück abgedruckt.

Absorption und Emission elektrischer Wellen durch Resonanz.

Von Max Planck.

§ 1.

Wenn eine irgendwie erregte, im Luftraum fortschreitende elektromagnetische Welle von bestimmter Periode auf einen secundären Leiter trifft, dessen Eigenperiode nahezu übereinstimmt mit derjenigen der primären Welle, so wird derselbe durch Resonanz zu elektrischen Schwingungen angeregt werden, um so lebhafter, je weniger sich die Perioden unterscheiden. Dadurch wird der secundäre Leiter nothwendig der Ursprung einer besonderen secundären Welle, welche im umgebenden Luftraum mit der primären Welle zusammentrifft und so zu Erscheinungen Anlass giebt, die von denjenigen verschieden sind, welche die primäre Welle allein darbieten würde. Die Amplitude dieser Secundärschwingung, sowie deren Rückwirkung auf die primäre Welle soll im Folgenden untersucht und für einige typische Fälle berechnet werden.

Im Allgemeinen zerfällt der ganze Vorgang des Mitschwingens in drei aufeinanderfolgende Epochen: das Anschwellen, den stationären Zustand, und das Abklingen, wenn die erregende Welle verschwindet. In der ersten Epoche wird dem secundären Leiter die zum Mitschwingen erforderliche Energie durch die primäre Welle zugeführt, er nimmt also strahlende Energie auf. In der zweiten Epoche ist der elektromagnetische Zustand des secundären Leiters periodisch, er nimmt also von Aussen im Ganzen nur so viel strahlende Energie auf, als er zum Ersatze für den fortwährenden Energieverlust durch die Joule'sche Wärme bedarf. In der dritten Epoche endlich verliert er seine elektromagnetische Energie wieder, indem er sie theils durch Strahlung emittirt, theils in Joule'sche Wärme verwandelt.

Um einen festen Anhalt für die Betrachtung des allgemeinen Falles zu gewinnen, untersuchen wir zunächst einen besonders einfachen Fall, nämlich den stationären Zustand eines durch irgend ein

periodische primäre Welle zu linearen elektrischen Schwingungen angeregten secundären Leiters. Wenn auch die Herstellung ungedämpfter Wellen in der Natur nur in sehr roher Annäherung möglich ist, so wird immerhin eine Reihe wesentlicher Eigenschaften der stationären Resonanz auch bei den wirklich herstellbaren Wellen zu beobachten sein. Eine andere, ebenfalls nur angenähert, aber schon viel eher in der Natur erfüllte Vereinfachung, die wir einführen wollen, ist die, dass die im secundären Leiter entwickelte Joule'sche Wärme verschwindend klein ist gegenüber der gleichzeitig von ihm ausgestrahlten Energie. Dann nimmt der secundäre Leiter im stationären Zustand des Mitschwingens im Ganzen gar keine strahlende Energie von Aussen auf, d. h. es wird die Energiemenge, die er vermöge seiner Schwingung nach Aussen emittirt, immer gerade ersetzt durch Absorption strahlender Energie von der primären Welle. Der Betrag dieser Emission und Absorption ist aus den allgemeinen Maxwell-schen Gleichungen des elektromagnetischen Feldes genau zu ermitteln.

Betrachten wir zunächst eine einzelne isolirte periodische lineare Schwingung, vorläufig noch ohne Rücksicht auf die zu ihrer Aufrechterhaltung nothwendige Energiezufuhr. Die Gleichungen, welche den Zustand des elektromagnetischen Feldes ringsherum, mit Ausschluss eines kleinen, das Schwingungscentrum enthaltenden Raumes, bedingen, sind vollständig von H. Hertz[1] angegeben worden.

Bezeichnet nämlich t die Zeit, r die Entfernung eines Punktes des Feldes vom Schwingungscentrum, $x\,y\,z$ seine Coordinaten im rechtwinkeligen Maxwell'schen Coordinatensystem mit dem Schwingungscentrum als Anfangspunkt, c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen, τ die Zeit einer ganzen Schwingung, $\lambda = c\tau$ die Wellenlänge, α eine positive Constante, δ eine andere Constante, und setzt man:

$$F = \frac{\alpha}{r}\sin\Theta \qquad \Theta = 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{r}{\lambda}\right) + \delta \quad \ldots\ldots\ (1)$$

so sind, falls die Richtung der linearen Schwingung zur Z-Axe genommen wird, die Componenten der elektrischen Kraft:

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial z} \\ Y &= \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial z} \\ Z &= \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} = -\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ (2)$$

[1] H. Hertz, Wied. Ann. 36, S. 1, 1889.

und die Componenten der magnetischen Kraft:

$$\left.\begin{aligned} L &= \frac{1}{c}\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial t} \\ M &= -\frac{1}{c}\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial t} \\ N &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Hierbei strömt nach dem POYNTING'schen Satze durch irgend ein Flächenelement $d\sigma$ des Feldes in der Richtung seiner Normalen ν in der Zeit dt die Energiemenge:

$$\frac{c}{4\pi} d\sigma dt \left\{(YN - ZM)\cos \nu x + (ZL - XN)\cos \nu y + (XM - YL)\cos \nu z\right\} \quad (4)$$

woraus sich durch Integration über die Zeit τ und über eine beliebige geschlossene um das Schwingungscentrum gelegte Fläche die in der Zeit einer Schwingung ausgestrahlte Energie ergiebt. HERTZ hat zur Vereinfachung der Rechnung eine Kugel mit dem Schwingungscentrum als Mittelpunkt und mit einem im Verhältniss zur Wellenlänge grossen Radius genommen und so für diese Emission gefunden:

$$\frac{16\pi^4}{3\lambda^3}\alpha^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Zur Aufrechterhaltung des periodischen Vorganges bedarf also das Schwingungscentrum der Zufuhr von fremder Energie in dem angegebenen Betrage.

Nun betrachten wir ganz die nämliche, von jetzt ab als secundär zu bezeichnende Schwingung, nehmen aber ausserdem an, dass eine irgendwo erregte primäre Welle von der nämlichen Periode τ über das Schwingungscentrum und das umgebende Feld hinwegstreicht. Ihre Kräftecomponenten seien $X'Y'Z'\ L'M'N'$; dieselben brauchen im Übrigen keine weiteren Bedingungen zu erfüllen, als dass sie überall ausserhalb der primären Erreger endlich und stetig sind und den MAXWELL'schen Gleichungen für den Luftraum Genüge leisten. Dann stellen auch die Summen:

$$X'+X,\ Y'+Y,\ Z'+Z,\ L'+L,\ M'+M,\ N'+N$$

einen im Luftraum möglichen elektromagnetischen Vorgang dar, der auch in Wirklichkeit eintreten wird, sobald die entsprechenden Grenzbedingungen erfüllt sind.

Berechnen wir nun für diesen Vorgang die Energie, welche in der Zeit τ durch eine die secundäre Schwingung umschliessende, die primären Erreger aber ausschliessende, im Übrigen beliebige

Fläche nach Aussen strömt. Dieselbe ist natürlich unabhängig von dem specielleren Verlauf der Fläche, und ergiebt sich wieder durch Integration des Ausdrucks (4), wenn man darin statt X den Werth $X' + X$, und ebenso für jede andere Kraftcomponente die entsprechende Summe einsetzt. Man sieht daraus, dass die nun aus jener geschlossenen Fläche in der Zeit τ ausströmende Energie im Allgemeinen nicht mehr den früheren Werth (5) hat, sondern in drei Theile zerfällt:

$$E_1 + E_2 + E_3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

entsprechend der Zerlegung des Ausdrucks

$$(Y' + Y)(N' + N) - (Z' + Z)(M' + M)$$

in die drei Theile:

$$(Y'N' - Z'M') + (YN - ZM) + (Y'N + YN' - Z'M - ZM')$$

und ebenso für die beiden anderen in (4) enthaltenen Glieder. Der erste Theil der in der Zeit einer Schwingung ausströmenden Energie: E_1 entspricht dem Fall, dass die primäre Schwingung ganz allein im Raume besteht, es ist also:

$$E_1 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

weil die primären Erreger alle ausserhalb des von der Fläche umschlossenen Raumes liegen.

Der zweite Theil E_2 entspricht dem Falle, dass die secundäre Schwingung ganz allein im Raume vorhanden ist; er hat also den durch (5) angegebenen Werth. Doch empfiehlt es sich mit Rücksicht auf besondere Anwendungen, diesen Betrag auf etwas allgemeinerem Wege als Hertz es gethan hat, nämlich durch Integration über eine um das Schwingungscentrum als Mittelpunkt gelegte Kugelfläche mit dem beliebigen Radius r abzuleiten. Hierzu dient am einfachsten die Einführung von Polarcoordinaten r, ϑ, ϕ in folgender Weise:

$$x = r \sin\vartheta \cos\phi \qquad y = r \sin\vartheta \sin\phi \qquad z = r \cos\vartheta.$$

Dann sind mit Rücksicht auf die Gleichung:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} = c^2 \cdot \Delta F = \frac{c^2}{r^2} \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial F}{\partial r}\right)$$

die Componenten (2) der elektrischen Kraft:

$$\left.\begin{aligned} X &= \left(\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} - \frac{3}{r}\frac{\partial F}{\partial r}\right) \cos\phi \sin\vartheta \cos\vartheta \\ Y &= \left(\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} - \frac{3}{r}\frac{\partial F}{\partial r}\right) \sin\phi \sin\vartheta \cos\vartheta \\ Z &= -\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} \sin^2\vartheta + \frac{1}{r}\frac{\partial F}{\partial r}(1 - 3\cos^2\vartheta) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

und die Componenten (3) der magnetischen Kraft:

$$\left.\begin{aligned} L &= \frac{1}{c}\frac{\partial^2 F}{\partial r\,\partial t}\sin\phi\sin\vartheta \\ M &= -\frac{1}{c}\frac{\partial^2 F}{\partial r\,\partial t}\cos\phi\sin\vartheta \\ N &= 0 \end{aligned}\right\}\ldots\ldots\ldots\ldots\quad (9)$$

Diese sechs Werthe in (4) eingesetzt, ergeben nach gehöriger Reduction:

$$\frac{d\sigma\,dt}{4\pi}\sin^2\vartheta\,\frac{\partial^2 F}{\partial r\,\partial t}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial F}{\partial r}-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 F}{\partial t^2}\right).$$

Bei der Integration über die Schwingungsdauer τ kommt das Glied mit dem Factor:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial r\,\partial t}\cdot\frac{\partial F}{\partial r}$$

in Fortfall, weil dieses Glied der Differentialcoefficient einer periodischen Function nach t ist; es bleibt also übrig das andere Glied, welches durch Integration über die Zeit ergiebt:

$$\frac{2\pi^3 d\sigma}{r^2}\frac{\alpha^2}{\lambda^3}\sin^2\vartheta\ldots\ldots\ldots\ldots\quad (10)$$

Integrirt man endlich über die ganze Kugelfläche, so folgt:

$$E_2 = \frac{16\pi^4}{3\lambda^3}\alpha^2$$

in Übereinstimmung mit dem unter (5) gegebenen Ausdruck.

Der dritte Theil endlich: E_3 wird erhalten aus folgendem Ausdruck:

$$\frac{c}{4\pi}d\sigma\,dt\left\{(Y'N+YN'-Z'M-ZM')\cos\nu x+\ldots\right\}$$

durch Integration über die Zeit τ und über die Fläche, deren Element $d\sigma$ und deren äussere Normale ν ist.

Nehmen wir als Fläche wieder die vorige Kugel mit dem Radius r, so ergiebt die Einführung der Kräftecomponenten aus (8) und (9):

$$-\frac{d\sigma\,dt}{4\pi}\sin\vartheta\left\{(X'\cos\phi\cos\vartheta+Y'\sin\phi\cos\vartheta-Z'\sin\vartheta)\frac{\partial^2 F}{\partial r\,\partial t}\right.$$
$$\left.+c(L'\sin\phi-M'\cos\phi)\left(\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 F}{\partial t^2}-\frac{1}{r}\frac{\partial F}{\partial r}\right)\right\}.$$

Nun wählen wir den Kugelradius r klein gegen die Wellenlänge und klein gegen die Entfernungen der primären Erreger vom secundären Schwingungscentrum, wodurch ja das gesuchte Integral E_3 nicht ge-

ändert wird. Dann lassen sich die gestrichenen Grössen, welche im secundären Schwingungscentrum endlich und stetig sind, für jeden Punkt der Kugeloberfläche als lineare Functionen der Coordinaten x, y, z darstellen, nämlich:

$$X' = X'_o + \left(\frac{\partial X'}{\partial x}\right)_o r \sin\vartheta \cos\phi + \left(\frac{\partial X'}{\partial y}\right)_o r \sin\vartheta \sin\phi + \left(\frac{\partial X'}{\partial z}\right)_o r \cos\vartheta$$

u. s. w. für die übrigen Kraftcomponenten, wobei der Index o bedeutet, dass $r = o$ zu setzen ist. Dann ergiebt die Substitution des Werthes von F aus (1) und die Integration über die ganze Kugelfläche mit Vernachlässigung der kleinen Glieder höherer Ordnung den Ausdruck:

$$\frac{\alpha c dt}{3}\left\{\left[\left(\frac{\partial M'}{\partial x}\right)_o - \left(\frac{\partial L'}{\partial y}\right)_o\right]\sin\Theta_o - \frac{4\pi}{\lambda} Z'_o \cos\Theta_o\right\}.$$

Nun ist aber nach den Gleichungen des elektromagnetischen Feldes:

$$\left(\frac{\partial M'}{\partial x}\right)_o - \left(\frac{\partial L'}{\partial y}\right)_o = \frac{1}{c}\left(\frac{\partial Z'}{\partial t}\right)_o = \frac{1}{c}\frac{\partial Z'_o}{\partial t}$$

also der obige Ausdruck:

$$\frac{\alpha dt}{3}\left\{\frac{\partial Z'_o}{\partial t}\sin\Theta_o - \frac{4\pi}{\tau} Z'_o \cos\Theta_o\right\}$$

und endlich durch Integration über die Zeit einer Periode τ der gesuchte Werth:

$$E_3 = \frac{\alpha}{3}\int_o^\tau dt \left\{\frac{\partial Z'_o}{\partial t}\sin\Theta_o - \frac{4\pi}{\tau} Z'_o \cos\Theta_o\right\}.$$

Hierin lässt sich noch das erste Glied durch partielle Integration umformen, und ergiebt, da Z'_o die Periode τ besitzt, und da nach (1)

$$\Theta_o = \frac{2\pi t}{\tau} + \delta$$

$$E_3 = -\frac{2\pi\alpha}{\tau}\int_o^\tau dt\, Z'_o \cos\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \delta\right).$$

Somit wird die gesammte, aus einer um die secundäre Schwingung gelegten Fläche in der Schwingungszeit ausströmende Energie nach (6):

$$E_1 + E_2 + E_3 = \frac{16\pi^4}{3\lambda^3}\alpha^2 - \frac{2\pi\alpha}{\tau}\int_o^\tau dt\, Z'_o \cos\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \delta\right).$$

Diese Energie muss dem Centrum der secundären Schwingung von Aussen zugeführt werden, wenn der Schwingungszustand stationär

bleiben soll. Nehmen wir nun an, dass dieselbe gleich Null ist, woraus sich α entweder $= 0$, oder, was wir von nun an voraussetzen wollen:

$$\alpha = \frac{3}{8\pi^3} \frac{\lambda^3}{\tau} \int_0^\tau dt\, Z_0' \cos\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \delta\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10^a)$$

ergiebt, so haben wir im secundären Leiter eine Schwingung, die ohne fremde Energiezufuhr unbegrenzt fortdauern kann. Dann wird also die von der secundären Schwingung durch Ausstrahlung emittirte Energie gerade wieder ersetzt durch Absorption von Energie aus der primären Welle, oder mit anderen Worten: der secundäre Leiter schwingt durch Resonanz mit der primären Welle. Der Betrag der absorbirten bez. emittirten Energie ist durch den Werth von α bedingt, wie er aus der letzten Gleichung hervorgeht. Dabei kommt es, wie ersichtlich und leicht begreiflich, nur auf diejenige elektrische Kraftcomponente Z_0' der primären Welle im secundären Schwingungscentrum an, die mit der Schwingungsrichtung der Elektricität im Resonator übereinstimmt; diese allein vermag den Resonator zu erregen. Da sie nur von der Zeit abhängt, lässt sie sich stets auf die Form bringen:

$$Z_0' = A \cos\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \delta'\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

wobei A und δ' constant, und $A > 0$.

Dann ist:

$$\alpha = \frac{3}{16\pi^3} \lambda^3 A \cos\left(\delta' - \delta\right).$$

Die Stärke des Mitschwingens hängt also ausser von der Wellenlänge λ und der Amplitude A der primären Welle noch ab von der Phasendifferenz $\delta' - \delta$. Zunächst ist für das Mitschwingen erforderlich, dass $\cos(\delta' - \delta)$ positiv ist, da sowohl α als auch A positiv sind. Wir wollen daher $\delta' - \delta$ zwischen $-\frac{\pi}{2}$ und $+\frac{\pi}{2}$ annehmen. Weiter ist die Resonanz um so stärker, je kleiner der absolute Betrag dieser Phasendifferenz wird, ein Maximum, wenn $\delta' - \delta = 0$. Welcher dieser Fälle unter gegebenen Umständen in der Natur eintritt, wird von der Beschaffenheit des secundären Leiters abhängen, insbesondere von dem Unterschied seiner Eigenperiode und der Periode der primären Welle. Je schlechter die Übereinstimmung, um so grösser die Phasendifferenz und um so schwächer die Resonanz. Da wir hier ein näheres Eingehen auf die Verhältnisse in dem Raume, wo die benutzten Ausdrücke für die elektromagnetischen Kräfte nicht mehr gelten, vermeiden wollen, so nehmen wir $\delta' - \delta$ als gegeben an.

Um die physikalische Bedeutung des Werthes dieser Differenz zu übersehen, vergleichen wir die gleichzeitigen Werthe der elektrischen Kräfte Z und Z' in der unmittelbaren Nähe des secundären Schwingungscentrums. Für Z'_0 hatten wir:

$$Z'_0 = A \cos\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \delta'\right)$$

für Z aus (8) für kleine Werthe von r:

$$Z = -\frac{\alpha}{r^3}(1 - 3\cos^2\vartheta)\sin\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \delta\right).$$

Wenn also die Resonanz ein Maximum ist ($\delta = \delta'$), so zeigen die elektrischen Kräfte Z' und Z in der Nähe des Resonators einen Phasenunterschied von $\frac{\pi}{2}$. In der That lässt sich unmittelbar einsehen, dass in dem Augenblick, wo die erregende primäre Kraft Z'_0 ein Maximum ist, die im linearen Leiter inducirte Strömung ihre grösste Intensität erreicht hat, mithin das dadurch bedingte magnetische Feld in der nächsten Umgebung ein Maximum der Intensität aufweist, während die entsprechenden elektrischen Kräfte dortselbst verschwinden.

Wir wollen im Folgenden vollkommene Resonanz voraussetzen, also $\delta = \delta'$ annehmen; dann wird:

$$\alpha = \frac{3}{16\pi^3}\lambda^3 A \quad \dots\dots\dots\dots \quad (12)$$

und die in der Zeit einer Schwingung absorbirte Energie:

$$\frac{16\pi^4}{3\lambda^3}\alpha^2 = \pi\alpha A = \frac{3}{16\pi^2}\lambda^3 A^2 \quad \dots\dots\dots \quad (13)$$

§ 2.

Nachdem die Amplitude und Phase der secundären Schwingung berechnet ist, wird es leicht, die Vorgänge in beliebiger Entfernung von der secundären Schwingung anzugeben. Hier soll nur beispielsweise der Fall behandelt werden, dass die primäre Welle eine ebene ist, fortschreitend längs der positiven x-Axe und polarisirt in der xy-Ebene, so dass die Richtung der elektrischen Kraft mit der z-Axe zusammenfällt.

Ihre Gleichungen sind, im Anschluss an (11)

$$\left.\begin{array}{ll} X' = 0 & L' = 0 \\ Y' = 0 & M' = -A\cos 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{x}{\lambda}\right) \\ Z' = A\cos 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{x}{\lambda}\right) & N' = 0 \end{array}\right\} \quad \dots \quad (14)$$

wobei $\delta' = 0$ ($= \delta$) gesetzt ist. Solange diese Welle allein im Luftraum vorhanden ist, wird sie durch jede zur x-Axe senkrecht gelegte Flächeneinheit in der Zeit τ die constante Energiemenge $\frac{\lambda}{8\pi} A^2$ hindurchsenden. Wenn ihr aber der secundäre Leiter entgegengestellt wird, so absorbirt derselbe in der Zeit τ den Energiebetrag (13) und strahlt ihn gleichzeitig nach allen Richtungen hin aus. Dadurch wird nothwendig die in der x-Richtung sich fortpflanzende Strahlung geschwächt, oder optisch gesprochen: der secundäre Leiter wirft einen Schatten in der Richtung der primären Strahlung. Um diese Verhältnisse näher zu untersuchen, denken wir uns eine kreisförmige, als »Schirm« zu bezeichnende Fläche hinter dem secundären Schwingungscentrum, also auf der Seite der positiven x, so in den Weg der primären Strahlen gestellt, dass die x-Axe Symmetrieaxe des Schirmes ist. Dann liegt der Mittelpunkt des Schirmes dem secundären Schwingungscentrum gerade gegenüber; ihre Entfernung sei r_0, der Radius des Schirmes ρ. Wir wollen nun die gesammte in der Zeit τ auf den Schirm auffallende Energiemenge ε berechnen, jedoch unter der vereinfachenden Voraussetzung, dass die Entfernung r_0 gross ist gegen die Wellenlänge λ, wogegen wir über ρ keine besondere Annahme einführen. ε besteht wie der Ausdruck (6) aus drei Theilen:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

Der erste Theil entspricht der durch die isolirte primäre Strahlung auffallenden Energie:

$$\varepsilon_1 = \frac{\lambda}{8} A^2 \rho^2 = \frac{\lambda}{8} A^2 (r_1^2 - r_0^2).$$

Der zweite Theil entspricht der durch die Emission des secundären Leiters allein auffallenden Energie. Dieselbe ergiebt sich aus dem Ausdruck

$$\frac{c}{4\pi} d\sigma\, dt\, (YN - ZM)$$

durch Einsetzen der Werthe (8) und (9), und Integration über die Zeit τ und über die Fläche des Schirmes. Die Integration über die Zeit ergiebt:

$$\frac{2\pi^3 \alpha^2}{r^2 \lambda^3} \cos\phi \sin^3\vartheta\, d\sigma.$$

Nun kann man setzen:

$$d\sigma = r\, dr\, d\omega,$$

wenn ω der Winkel ist, welchen die durch einen Schirmpunkt und die x-Axe gelegte Ebene mit der xy-Ebene bildet, positiv gerechnet von der xy-Ebene gegen die xz-Ebene hin. Dann ist auch:

$$\sin^2\vartheta = \cos^2\omega + \frac{r_0^2}{r^2}\sin^2\omega \qquad \sin\vartheta\cos\phi = \frac{r_0}{r}.$$

Folglich der Differentialausdruck:

$$\frac{2\pi^3\alpha^2 r_0}{\lambda^3 r^2}\left(\cos^2\omega + \frac{r_0^2}{r^2}\sin^2\omega\right) dr\, d\omega$$

und durch Integration über ω von 0 bis 2π und über r von r_0 bis $r_1 = \sqrt{r_0^2 + \rho^2}$:

$$\varepsilon_2 = \frac{8\pi^4\alpha^2}{3\lambda^3}\left\{1 - \frac{r_0(3r_1^2 + r_0^2)}{4r_1^3}\right\}$$

und nach (12):

$$\varepsilon_2 = \frac{3\lambda^3 A^2}{32\pi^2}\left\{1 - \frac{r_0(3r_1^2 + r_0^2)}{4r_1^3}\right\}.$$

Der dritte Theil ε_3 der auf den Schirm auffallenden Energie wird erhalten durch Integration des Differentialausdrucks

$$\frac{c}{4\pi}\, d\sigma\, dt\, (Y'N + YN' - Z'M - ZM').$$

Berücksichtigt man, dass r gross gegen λ, so bleiben in den Werthen (8) und (9) der Kraftcomponenten nur die Glieder mit $\frac{1}{r}$ stehen; nämlich, da $\delta = 0$:

$$Z = \frac{4\pi^2\alpha}{\lambda^2 r}\sin^2\vartheta \sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{r}{\lambda}\right)$$

$$M = -\frac{4\pi^2\alpha}{\lambda^2 r}\sin\vartheta\cos\phi \sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{r}{\lambda}\right)$$

und man erhält durch Einsetzen von Y', N', Z', M' aus (14):

$$\frac{\pi c\alpha A}{\lambda^2 r}\, d\sigma\, dt (\sin^2\vartheta + \sin\vartheta\cos\phi)\sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{r}{\lambda}\right)\cdot\cos 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{r_0}{\lambda}\right),$$

ferner durch Integration über die Schwingungszeit t:

$$-\frac{\pi\alpha A}{2\lambda r}\, d\sigma (\sin^2\vartheta + \sin\vartheta\cos\phi)\sin\frac{2\pi}{\lambda}(r - r_0).$$

Endlich durch Integration über $d\sigma$, wobei wieder r und ω in der nämlichen Weise wie oben als Integrationsvariable einzuführen sind:

$$\varepsilon_3 = -\frac{\pi^2\alpha A}{2\lambda}\int_{r_0}^{r_1} dr\left(1 + \frac{r_0}{r}\right)^2 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(r - r_0).$$

Da nun λ klein ist gegen r_0, so lässt sich der Ausdruck mittelst partieller Integration reduciren auf:

$$\varepsilon_3 = -\pi\alpha A\left\{1 - \frac{1}{4}\left(1 + \frac{r_0}{r_1}\right)^2 \cos\frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_0)\right\}$$

oder nach (12):

$$\varepsilon_3 = -\frac{3\lambda^3 A^2}{16\pi^2}\left\{1 - \frac{1}{4}\left(1 + \frac{r_0}{r_1}\right)^2 \cos\frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_0)\right\}.$$

Wie man sieht, ist in dem Gesammtwerth (15) der in der Zeit t auf den Schirm fallenden Energie: $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$ der erste und der zweite Theil stets positiv, der dritte Theil stets negativ. Während aber ε_1 und ε_2 mit wachsendem r_1 stetig zunehmen, und zwar ε_1 über alle Grenzen hinaus, ε_2 nur bis zu einem gewissen Grenzwerth, schwankt ε_3 beständig hin und her. Dabei bleibt der absolute Betrag von ε_3 stets grösser als der von ε_2, so dass die auf den Schirm fallende Energiemenge unter allen Umständen kleiner ist, als wenn die primäre Welle allein vorhanden wäre. Die Strahlung der primären Welle erleidet also durch die im secundären Leiter wirksame Resonanz eine Schwächung, deren Betrag mit der Entfernung r_1 des Schirmrandes vom Resonator abwechselnd zu- und abnimmt. Überhaupt ist einleuchtend, dass die auf irgend einen Schirm fallende Strahlung nur abhängt von der Randcurve des Schirms. Um die Bedingungen aufzufinden, unter welchen die Erscheinung am auffälligsten wird, untersuchen wir das (positiv genommene) Verhältniss, in welchem die Strahlung der primären Welle auf den Schirm durch die im secundären Leiter stattfindende Absorption geschwächt wird:

$$\frac{\varepsilon_1 - (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3)}{\varepsilon_1} = \frac{-(\varepsilon_2 + \varepsilon_3)}{\varepsilon_1}.$$

Soll ε_1 im Nenner nicht allzusehr überwiegen, so muss r_1 von derselben Ordnung wie r_0 genommen werden. Dann ist im Zähler ε_3 allein maassgebend, und man erhält für das Schwächungsverhältniss:

$$-\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = \frac{3\lambda^2}{2\pi^2\rho^2}\left\{1 - \cos\frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_0)\right\}.$$

Dieser Ausdruck wird ein Maximum für

$$r_1 - r_0 = (2\mathfrak{a} + 1)\cdot\frac{\lambda}{2}, \qquad \mathfrak{a} = 0, 1, 2, 3 \ldots$$

und der Maximalwerth beträgt:

$$\frac{3\lambda^2}{\pi^2\rho^2}$$

oder, da $\rho^2 = r_1^2 - r_0^2 = (r_1 + r_0)(r_1 - r_0) = (2\mathfrak{a} + 1)r_0\lambda$:

$$\frac{3}{(2\mathfrak{a} + 1)\pi^2}\cdot\frac{\lambda}{r_0}.$$

Die stärkste Schwächung findet also statt für $a = 0$:

$$r_1 = r_0 + \frac{\lambda}{2}, \quad \rho = \sqrt{r_0 \lambda}$$

und beträgt:

$$\frac{3}{\pi^2} \frac{\lambda}{r_0},$$

immerhin eine kleine Zahl.

Durch Aufstellung mehrerer Resonatoren (z. B. eines Gitters) lässt sich die Schwächung der primären Strahlung erheblich vervielfachen, doch nicht bis zum gänzlichen Verschwinden derselben, sondern offenbar nur bis zu einer gewissen Grenze, welche durch die eigene Ausstrahlung der Resonatoren bedingt ist. Dabei wird die strahlende Energie der primären Welle durch die secundären Leiter natürlich nicht im Ganzen verringert, sondern nur in andere Richtungen, nach seitwärts und nach rückwärts, zerstreut. Die Rechnung ist in der Weise auszuführen, dass für jeden Resonator eine besondere Gleichung nach dem Muster von (10^a) aufgestellt wird, in welcher die Strahlung der übrigen Resonatoren mit in den Ausdruck der primären Kraft Z_0' eingeht. Man ersieht leicht daraus, dass, wenn die primäre Welle aus mehreren übereinandergelagerten Wellen besteht, die gesammte Absorption sich additiv aus den Absorptionen zusammensetzt, welche die einzelnen Wellen erfahren. So erhält man zur Bestimmung von Amplituden und Phasen der in den secundären Leitern erregten Schwingungen bei vollkommener Resonanz gerade die hinreichende Anzahl von Gleichungen.

§ 3.

Die hier dargelegte Methode lässt sich ebenso auf Schallschwingungen in der Luft anwenden und liefert auch hierfür die Amplitude der von einer primären periodischen Welle in einem gleichgestimmten Resonator erregten Schwingungen, falls die Dimensionen des Resonators klein sind gegen die Wellenlänge seines Eigentons in Luft und falls Reibungswiderstände nicht in Betracht kommen. Wenn auf die Ausstrahlung des Resonators keine Rücksicht genommen wird, so ist es bekanntlich in diesem Fall überhaupt unmöglich, ein Maximum für die Stärke des Mitschwingens anzugeben.

Jedoch haben weder akustische noch im engern Sinn elektrische Aufgaben zu der vorliegenden Untersuchung geführt. Dieselbe ist vielmehr angeregt worden durch die Frage nach den stationären Strahlungsvorgängen innerhalb eines mechanisch ruhenden Mediums, welches sich auf gleichmässiger constanter Temperatur befindet und von Kör-

pern der nämlichen Temperatur umgeben ist. In einem solchen thermischen Gleichgewichtszustand wird von allen im Innern des Mediums gelegenen Theilchen fortwährend strahlende Energie emittirt und absorbirt, und zwar in der Weise, dass im Ganzen strahlende Energie niemals verloren geht oder gewonnen wird, sondern dass ihr Gesammtbetrag unverändert bleibt. Die Vorfrage, inwiefern ein solcher Process denkbar ist, wenn die Strahlung als elektromagnetischer Vorgang gedeutet wird, findet in der vorliegenden Untersuchung ihre Beantwortung. Jedes absorbirende bez. emittirende Theilchen wirkt ähnlich wie das oben behandelte secundäre Schwingungscentrum, es hat die Bedeutung, die auffallende und durch Resonanz in bestimmtem angebbaren Betrage absorbirte Strahlung immer auf's Neue nach allen Richtungen zu zerstreuen. Das KIRCHHOFF'sche Gesetz von der Proportionalität des Absorptions- und des Emissionsvermögens ist eine unmittelbare Folge dieses Verhaltens. Zur Berechnung der Schwingungsamplitude braucht man auf die Natur der emittirenden Theilchen nicht näher einzugehen, es genügt die Voraussetzung, dass die Dimensionen der Schwingungscentren klein sind gegen die Wellenlänge, wie das z. B. auch der Fall ist, wenn man hinreichend kleine Schwingungen ponderabler Massen mit constanten elektrischen Ladungen annimmt.

Weitere Resultate hoffe ich der Akademie bei einer anderen Gelegenheit vorlegen zu können.

Über die Entwickelung der Sinnessphaeren, insbesondere der Sehsphaere, auf der Grosshirnrinde des Neugeborenen.

Von Prof. Dr. med. I. Steiner
in Cöln.

(Vorgelegt von Hrn. du Bois-Reymond.)

Durch die Untersuchungen von Soltmann aus dem Jahre 1876 war bekannt, dass die sogenannte motorische Zone oder die Fühlsphaere auf der Grosshirnrinde des Hundes erst um die Zeit dem elektrischen Reize gegenüber erregbar wird, wenn die Thiere die Augen öffnen, d. h. am 9. bis 10. Tage. Zu früherer Zeit erweist sich jene Partie der Grosshirnrinde dem elektrischen Reize gegenüber unerregbar[1]. Man schloss daraus, dass die motorische Zone zu der angegebenen Zeit auf der Hirnrinde entwickelt ist.

Zu welcher Zeit des postembryonalen Lebens die übrigen Sinnessphaeren, insbesondere die durch H. Munk studirte Sehsphaere, welche zu jener Zeit noch völlig unbekannt war, auf der Grosshirnrinde erscheinen, entzieht sich noch bis heutigen Tages unserer Kenntniss.

Es waren Fragen phylogenetischen Inhaltes, welche schon vor Jahren in mir den Wunsch rege gemacht hatten, über das Sehen neugeborener Thiere, zunächst der Warmblüter und unter diesen der Säugethiere, Bestimmtes zu erfahren. Wenn man aber weiss, wie schwer, fast unmöglich es ist, etwas Sicheres in dieser Beziehung selbst bei dem neugeborenen Menschen festzustellen, so hatte ich von einer Beschäftigung mit dieser Frage Abstand nehmen müssen aus Mangel einer brauchbaren Methode.

Mit dem Tage, wo es möglich wurde, die subjective Empfindung in eine objective, dem Willen des Individuums entzogene Bewegung, umzusetzen, war auch die Methode gefunden, um die Prüfung der Sinnesfunctionen Neugeborener in Angriff zu nehmen.

[1] O. Soltmann, Jahrbuch für Kinderheilkunde. N. F. 1876. Bd. 9. S. 106.

Dieser Zeitpunkt war gekommen, als einerseits [illegible]
E. A. Schäfer und H. Munk sowie andererseits drei [illegible]
selbst gefunden hatte, dass die elektrisch gereizte S[illegible]
Affen und des Hundes diese Reizung mit associirten A[illegible]
und einer Kopfbewegung beantwortet, welche nachwe[illegible]
des Sehens sind[1]. Unter dieser Voraussetzung hat [illegible]
nur die Sehsphaere des Grosshirns in der oben angeg[illegible]
zu reizen und den Effect dieser Reizung auf Augen [illegible]
beobachten, um mit aller Sicherheit über das Vorhanden[illegible]
sphaere der jüngsten Thiere ein Urtheil zu gewinnen.

Zufällige Umstände führten dazu, dass ich zuerst in [illegible] von neugeborenen Kätzchen kam. Die Technik dieser Ver[illegible] Thieren im Alter bis zu 15 und 20 Tagen ist insofern sehr [illegible] als man nach Trennung der Haut die Schädeldecke sehr [illegible] mit einem gewöhnlichen Messer abtragen kann. Am leichtesten [illegible] dieser Beziehung gerade die Blosslegung der Sehsphaerengegen[d] [illegible] der Schädel nach hinten ziemlich stark abfällt. Die Blutung ist w[illegible] erheblich, öfters sogar äusserst gering, und wird mit in Kochsalz[illegible] getränktem Schwämmchen gestillt. Die Dura mater liess ich anfan[illegible] öfter, wie beim Taubengehirn, um die Verletzung noch weniger [illegible] greifend zu gestalten, in situ liegen, bis ich mich überzeugte, da[illegible] dadurch insofern eine Fehlerquelle geschaffen wird, als die Sehsphae[illegible] manchmal nicht reagirte, während sie nach Entfernung der Dur[illegible] reactionsfähig wurde. Es sind demnach alle weiteren Versuche [illegible] angestellt worden, dass die Sehsphaere, nach Entfernung der aufliegenden Dura mater, direct gereizt wurde.

Ich begann mit zwei Tage alten Thieren und stieg allmählich auf. Zur Beobachtung der Reizung wurden die geschlossenen Augenlider künstlich geöffnet. In den ersten Lebenstagen waren weder die motorische Sphaere, noch die Sehsphaere erregbar. Als am 9. bis 10. Tage jene erregbar geworden war, weigerte die gereizte Sehsphaere, obgleich die Augenlider sich spontan geöffnet hatten, immer noch jede Antwort, d. h. die Reizbarkeit der Sehsphaere erscheint auf der Hirnrinde jedenfalls später als die der motorischen Sphaere. Nunmehr folgte die Prüfung vom 10. bis 20. Tage, wobei es nur darauf ankommen kann, die unterste Grenze für den Eintritt der Erregbarkeit festzustellen. Es fand sich, dass bei Kätzchen von 14 und mehr Tagen die Sehsphaere reactionsfähig in der Weise sich zeigte, als sie elektrisch gereizt associirte Augenbewegungen und

[1] A. Schäfer, Brain, Vol. 10. 1888. H. Munk, Über die Functionen der Grosshirnrinde. Zweite Auflage. Berlin 1890. S. 293. I. Steiner, Sinnessphaeren und Bewegungen. Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. 50. S. 609.

e Kopfbewegung nach der gekreuzten Seite gab. Ich möchte gleich er bemerken, dass diese Erscheinung gerade bei den jungen Kätzchen ch am elegantesten darstellt.

Es wurden auf diese Weise eine erhebliche Anzahl von jungen Kätzchen geprüft und gefunden, dass die Sehsphaere am 14., am 15., am 16. Tage erschienen war; d. h. bei Exemplaren desselben Wurfes z. B. erst am 15. Tage, bei einem anderen Wurfe sogar erst am 16. Tage. Auch konnte diess Verhältniss innerhalb desselben Wurfes variiren. Als Resultat dieser Untersuchung stellte sich heraus, dass der 14. Tag das früheste Datum war, an dem die Reizbarkeit der Sehsphaere auf der Hirnrinde der Katze erscheint. Die Variationen zwischen 14 und 16 Tagen erklären sich wohl aus der Verschiedenheit der Race, dem verschiedenen Ernährungszustande der einzelnen Individuen innerhalb desselben Wurfes und vielleicht noch aus anderen Bedingungen.

Weniger bequem gestaltet sich derselbe Versuch beim Kaninchen, doch ist es hier ebenfalls gelungen, zu durchaus befriedigendem Resultate zu gelangen: die Reizbarkeit der Sehsphaere erscheint mit dem 15. Tage. Es ist für jeden Fall nothwendig, dass vor Beginn der Reizung die Dura mater abgelöst wird; zugleich muss beim Kaninchen der ganze Versuch sehr rasch gemacht und beendet werden, weil die Sehsphaere dieser Thierclasse besonders empfindlich zu sein scheint. So z. B. ist es vorgekommen, dass die Sehsphaere auf 3 bis 4 Reizungen positiv reagirte, um sich weiterer Reizung gegenüber durchaus negativ zu verhalten.

Die Differenz von einem Tage gegenüber der Katze will natürlich nicht viel bedeuten; es ist ja leicht möglich, dass bei einer grösseren Anzahl von Versuchen man auch beim Kaninchen einmal ein Individuum finden wird, bei welchem die Reizbarkeit der Sehsphaere auch schon am 14. Tage erscheinen könnte, obgleich ich eine erhebliche Anzahl von Versuchen gemacht habe. Darauf kommt es wohl nicht an, sondern vor allem darauf, dass bei Katze und Kaninchen die Sehsphaere später als die motorische Sphaere auf der Hirnrinde erscheint und zwar in einem Abstande von etwa 4 bis 5 Tagen. Auch äusserlich ist der Unterschied zwischen einem 10 und 15 tägigen Kaninchen (und Katze) ein sehr deutlicher: das 15 tägige Thier ist deutlich sehend, denn es scheut ganz lebhaft, wenn man es zu fassen sucht, während ein Thier von 10 Tagen ruhig sitzen bleibt. Zugleich beobachtet man, dass die Cornea dieser letzteren Thiere noch nicht ganz klar und durch die ganze Dicke hindurch leicht rauchig getrübt ist, während die älteren Thiere (von etwa 15 Tagen) eine vollkommen klare und durchsichtige Cornea besitzen, wie ihre völlig erwachsenen Gefährten.

Dieser Zeitpunkt war gekommen, als einerseits im Jahre 1888 E. A. Schäfer und H. Munk sowie andererseits drei Jahre später ich selbst gefunden hatte, dass die elektrisch gereizte Sehsphaere des Affen und des Hundes diese Reizung mit associirten Augenbewegungen und einer Kopfbewegung beantwortet, welche nachweisbar Folge des Sehens sind[1]. Unter dieser Voraussetzung hat man demnach nur die Sehsphaere des Grosshirns in der oben angegebenen Weise zu reizen und den Effect dieser Reizung auf Augen und Kopf zu beobachten, um mit aller Sicherheit über das Vorhandensein der Sehsphaere der jüngsten Thiere ein Urtheil zu gewinnen.

Zufällige Umstände führten dazu, dass ich zuerst in den Besitz von neugeborenen Kätzchen kam. Die Technik dieser Versuche bei Thieren im Alter bis zu 15 und 20 Tagen ist insofern sehr einfach, als man nach Trennung der Haut die Schädeldecke sehr bequem mit einem gewöhnlichen Messer abtragen kann. Am leichtesten ist in dieser Beziehung gerade die Blosslegung der Sehsphaerengegend, weil der Schädel nach hinten ziemlich stark abfällt. Die Blutung ist wenig erheblich, öfters sogar äusserst gering, und wird mit in Kochsalzlösung getränktem Schwämmchen gestillt. Die Dura mater liess ich anfangs öfter, wie beim Taubengehirn, um die Verletzung noch weniger eingreifend zu gestalten, in situ liegen, bis ich mich überzeugte, dass dadurch insofern eine Fehlerquelle geschaffen wird, als die Sehsphaere manchmal nicht reagirte, während sie nach Entfernung der Dura reactionsfähig wurde. Es sind demnach alle weiteren Versuche so angestellt worden, dass die Sehsphaere, nach Entfernung der aufliegenden Dura mater, direct gereizt wurde.

Ich begann mit zwei Tage alten Thieren und stieg allmählich auf. Zur Beobachtung der Reizung wurden die geschlossenen Augenlider künstlich geöffnet. In den ersten Lebenstagen waren weder die motorische Sphaere, noch die Sehsphaere erregbar. Als am 9. bis 10. Tage jene erregbar geworden war, weigerte die gereizte Sehsphaere, obgleich die Augenlider sich spontan geöffnet hatten, immer noch jede Antwort, d. h. die Reizbarkeit der Sehsphaere erscheint auf der Hirnrinde jedenfalls später als die der motorischen Sphaere. Nunmehr folgte die Prüfung vom 10. bis 20. Tage, wobei es nur darauf ankommen kann, die unterste Grenze für den Eintritt der Erregbarkeit festzustellen. Es fand sich, dass bei Kätzchen von 14 und mehr Tagen die Sehsphaere reactionsfähig in der Weise sich zeigte, als sie elektrisch gereizt associirte Augenbewegungen und

[1] A. Schäfer, Brain, Vol. 10. 1888. H. Munk, Über die Functionen der Grosshirnrinde. Zweite Auflage. Berlin 1890. S. 293. I. Steiner, Sinnessphaeren und Bewegungen. Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. 50. S. 609.

die Kopfbewegung nach der gekreuzten Seite gab. Ich möchte gleich hier bemerken, dass diese Erscheinung gerade bei den jungen Kätzchen sich am elegantesten darstellt.

Es wurden auf diese Weise eine erhebliche Anzahl von jungen Kätzchen geprüft und gefunden, dass die Sehsphaere am 14., am 15., am 16. Tage erschienen war; d. h. bei Exemplaren desselben Wurfes z. B. erst am 15. Tage, bei einem anderen Wurfe sogar erst am 16. Tage. Auch konnte dieses Verhältniss innerhalb desselben Wurfes variiren. Als Resultat dieser Untersuchung stellte sich heraus, dass der 14. Tag das früheste Datum war, an dem die Reizbarkeit der Sehsphaere auf der Hirnrinde der Katze erscheint. Die Variationen zwischen 14 und 16 Tagen erklären sich wohl aus der Verschiedenheit der Race, dem verschiedenen Ernährungszustande der einzelnen Individuen innerhalb desselben Wurfes und vielleicht noch aus anderen Bedingungen.

Weniger bequem gestaltet sich derselbe Versuch beim Kaninchen, doch ist es hier ebenfalls gelungen, zu durchaus befriedigendem Resultate zu gelangen: die Reizbarkeit der Sehsphaere erscheint mit dem 15. Tage. Es ist für jeden Fall nothwendig, dass vor Beginn der Reizung die Dura mater abgelöst wird; zugleich muss beim Kaninchen der ganze Versuch sehr rasch gemacht und beendet werden, weil die Sehsphaere dieser Thierclasse besonders empfindlich zu sein scheint. So z. B. ist es vorgekommen, dass die Sehsphaere auf 3 bis 4 Reizungen positiv reagirte, um sich weiterer Reizung gegenüber durchaus negativ zu verhalten.

Die Differenz von einem Tage gegenüber der Katze will natürlich nicht viel bedeuten; es ist ja leicht möglich, dass bei einer grösseren Anzahl von Versuchen man auch beim Kaninchen einmal ein Individuum finden wird, bei welchem die Reizbarkeit der Sehsphaere auch schon am 14. Tage erscheinen könnte, obgleich ich eine erhebliche Anzahl von Versuchen gemacht habe. Darauf kommt es wohl nicht an, sondern vor allem darauf, dass bei Katze und Kaninchen die Sehsphaere später als die motorische Sphaere auf der Hirnrinde erscheint und zwar in einem Abstande von etwa 4 bis 5 Tagen. Auch äusserlich ist der Unterschied zwischen einem 10 und 15tägigen Kaninchen (und Katze) ein sehr deutlicher: das 15tägige Thier ist deutlich sehend, denn es scheut ganz lebhaft, wenn man es zu fassen sucht, während ein Thier von 10 Tagen ruhig sitzen bleibt. Zugleich beobachtet man, dass die Cornea dieser letzteren Thiere noch nicht ganz klar und durch die ganze Dicke hindurch leicht rauchig getrübt ist, während die älteren Thiere (von etwa 15 Tagen) eine vollkommen klare und durchsichtige Cornea besitzen, wie ihre völlig erwachsenen Gefährten.

Wir kommen zur Untersuchung des Hundehirns.

Die Sehsphaere ist unerregbar am 15. Tage, auch am 20. Tage, selbst noch am 26. Tage. Zweifellos tritt die Erregbarkeit der Sehsphaere beim Hunde viele Tage später auf, als bei Katze und Kaninchen, womit wir uns vorläufig begnügen wollen, um später ausführlich auf das Hundehirn zurückzukommen.

Als die Untersuchung etwa soweit gediehen war und die Erkenntniss gebracht hatte, dass bei Hund, Katze und Kaninchen die Reizbarkeit des Sehfeldes später auftrete, als bei der motorischen Abtheilung, interessirte es sehr lebhaft, das Gehirn des Meerschweinchens zu untersuchen, dessen motorisches Feld bekanntlich gleich nach der Geburt auf den elektrischen Strom reagirt. Ich erinnere mich noch lebhaft des Aufsehens, welches jene Thatsache machte, die wir Hrn. Tarchanow in St. Petersburg verdanken[1] und welche von ihm selbst, auch an der Hand chemischer Analyse der Gehirnsubstanz, der Knochen und Knorpel, dahin gedeutet wurde, dass das Meerschweinchen im Gegensatz zu Hund, Katze und Kaninchen und anderen Thieren bei der Geburt vollkommen fertig und ganz entwickelt wäre — wie man auch sehen könne, da es sogleich ganz munter und regelrecht umherliefe. Nun war ich begierig zu erfahren, ob die Sehsphaere des Meerschweinchens, wie die motorische Sphaere, ebenfalls sogleich nach der Geburt reizbar wäre oder nicht.

Es ist, wie ich gleich bemerken will, nicht der Fall: am Tage nach der Geburt bleibt die Sehsphaere dem elektrischen Strome gegenüber stumm, während die motorische Abtheilung reagirt, wie es Tarchanow seiner Zeit angegeben hat.

Weiter wurden Thiere von zwei und mehr Tagen geprüft: erst am fünften Tage war die Sehsphaere reactionsfähig!

Wir sehen daraus, dass auch das Meerschweinchen bei der Geburt noch unfertig ist, dass auch bei ihm postembryonale Entwickelungen folgen, wie die eben geschilderte und vielleicht noch manche andere, die unserer Erkenntniss bisher entgangen sind.

Nach dieser Feststellung für die Sehsphaere des Meerschweinchens kehren wir wieder zu dem Hunde zurück, den wir am 26. Tage seines Lebens verlassen hatten und dessen Sehsphaere noch unerregbar gewesen war.

Derselbe war 3 Tage vorher, also im Alter von 23 Tagen, auf seine Sehfähigkeit geprüft worden. Lässt man den Hund im Zimmer umherlaufen, in welchem Stühle und hochbeinige Tische stehen, so zeigt sich, dass dieser Hund überall gegen die Möbel anstösst, da-

[1] Tarchanow, Étude sur les centres psychomoteurs des animaux nouveau-nés etc. Gaz. médic. de Paris. Nr. 28. 1878.

gegen dem Lockrufe der Stimme in gerader Linie folgt. Unterbricht man die Lockung, so bleibt der Hund rathlos stehen. (Diese Hündchen benehmen sich in der angegebenen Richtung genau wie erwachsene Hunde, denen man beide Sehsphaeren abgetragen hat.) In gleicher Weise wie die Stimme wirkt das Geräusch, welches der beschuhte Fuss beim Gehen macht. Läuft man auf Strümpfen, ohne irgend ein Geräusch zu erzeugen, so bleibt der Hund ruhig auf seinem Platze stehen. Das will heissen, dass der Hund von 23 Tagen noch blind ist trotz seiner offenen Augen, dass aber sein Gehör deutlich entwickelt ist.

Dieses Verhältniss gibt zu Täuschungen sehr leicht Veranlassung insofern, als man glaubt, dass der Hund, da er den durch den Lockruf unterstützten Fingerbewegungen folgt, zu sehen vermag, während er in der That noch blind ist und uns nur folgt vermöge seines vor dem Gesichte entwickelten Gehörs.

Das Gleiche wiederholt sich für den Geruchsinn; derselbe Hund findet den auf den Boden geworfenen Brocken Fleisch, nicht weil er ihn sieht, sondern weil er ihn riecht — es ist also ebenso der Geruchsinn vor dem Gesichtssinn entwickelt. Wie sich Gehör und Geruch in zeitlicher Entwickelung zu einander stellen, diess zu untersuchen, lag ausser dem Plan dieser Arbeit.

Die Hündchen, die wir am 27. Tage ihres Lebens verlassen hatten, sind mittlerweile 34 Tage alt geworden; sie stammen aus dem gleichen Wurf.

Das Hündchen von 34 Tagen stösst nicht mehr gegen die Möbel an, scheint dem Menschen zu folgen auch ohne Lockruf; es geht aber die Treppe nicht herunter.

Zweifellos ist dieses Hündchen sehend; ob sein Gesicht schon völlig entwickelt ist, wollen wir noch weiter untersuchen.

Bietet man diesem Hunde aus einiger Entfernung ein Fleischstückchen so an, dass es sich gerade gegenüber seinem Gesichte befindet, so springt er danach und sucht es zu erhaschen: ohne Zweifel sieht er das Object. Fährt man damit aber zur Seite seines Gesichtes oder lässt es seitlich fallen, so ist es seinem Gesichtskreis entschwunden; er folgt mit dem Blicke oder mit einer entsprechenden Kopfbewegung nicht zur Seite, sondern bleibt verwundert stehen mit gleichsam fragend an mich gerichtetem Blicke.

Dieser Hund sieht also wohl, aber sein Sehen ist noch nicht völlig ausgebildet, insofern als er nur die Gegenstände sieht, welche sich in der Richtung der Sehlinie befinden; peripher im Gesichtsfeld gelegene Objecte ihm hingegen verschwinden.

Die Sehsphaere dieses Hundes ist dem elektrischen Strome gegenüber noch unerregbar.

Wir kommen zu dem Hunde von 40 Tagen, welcher in seinem ganzen Treiben den Eindruck eines erwachsenen Hundes macht. Hält man ihm ein Fleischstück vor, so schnappt er danach und folgt mit seinem Blicke und dem Kopfe dem Fleischstücke, wenn es seitlich verschwindet oder zu Boden fällt: er weiss es auch jetzt zu finden. Die Sehsphaere dieses Hundes erweist sich dem elektrischen Strome gegenüber erregbar.

Die Sehsphaere beim Hunde ist demnach etwa am 40. Lebenstage fertig, d. h. viel später, als bei den oben untersuchten Säugethieren. Diese langsamere Entwickelung der Sehsphaere gestattete uns einen tieferen Einblick in den Gang des Werdens: das Hündchen hat offene Augen seit etwa 14 Tagen und ist im Alter von 24 Tagen noch nicht im Stande Hindernissen auszuweichen, stösst gegen dieselben an, scheint also noch nicht zu sehen, obgleich der ganze peripherische Sehapparat dem des erwachsenen Thieres gleicht. Um diese Zeit hört und riecht das Thierchen ganz deutlich.

Etwa 10 Tage später, mit 34 Tagen, weicht es richtig den Hindernissen aus; muss also wohl sehen, sieht indess doch noch anders als ein erwachsenes Thier, insofern als es zwar direct sieht, aber noch unfähig ist, den peripheren Objecten des Gesichtsfeldes mit seinem Blicke zu folgen. Solches tritt erst mit dem Alter von 40 Tagen ein. Es ist leicht möglich, dass bei einer grösseren Reihe von Beobachtungen die absolute Bestimmung der hier angegebenen Tagesdaten sich um einige Tage verschieben könnte; darauf kommt es principiell wohl nicht an, sondern im wesentlichen auf das relative Verhalten der beobachteten Ereignisse zu einander und darauf, dass die Sehsphaere des Hundes zu ihrer Entwickelung eine so viel längere Zeit in Anspruch nimmt, als jene von Meerschweinchen, Katze und Kaninchen.

Wenn die Wahrnehmung der seitlichen im Gesichtsfelde erscheinenden Objecte nothwendig voraussetzt die Fähigkeit der Orientirung im Raume und mit dieser Leistung erst das Sehen seine volle Entwickelung erreicht, so bestimmen wir mit der für diese Untersuchung angewandten Methode nicht, wie wir eigentlich gewünscht hatten, den Moment, wo das Individuum zum ersten Male sieht, sondern wir bestimmen den Zeitpunkt, in welchem die Sehsphaere ihre vollständige Entwickelung erreicht hat, wo der Sehapparat allen Anforderungen des einfachen, sowie des körperlichen Sehens und der Orientirung im Raume genügt.

Wir kommen zu dem neugeborenen Kinde, bei dem Versuche obiger Art ausgeschlossen sind. Indess wollen wir sehen, ob an der Hand unserer Thierversuche mit Hülfe von Beobachtungen analog

jenen am Hunde nicht auch hier die Bestimmung des Eintrittes der Reizbarkeit der Sehsphaere für den elektrischen Strom möglich ist.

Wenn wir zunächst annehmen, dass der Hund angesichts seiner höheren Intelligenz ein viel höher entwickeltes Gehirn besitzt, als Kaninchen und Katze, und wir sehen, dass die Erregbarkeit der Sehsphaere dort bedeutend später eintritt als hier, so können wir weiter voraussetzen, dass die Sehsphaere des noch wesentlich höher entwickelten Menschen wiederum viel später zur Entwickelung kommen wird.

Wann dieser Zeitpunkt für den neugeborenen Menschen eintreten wird, können wir analog dem Hundehirn annehmen für den Augenblick, wo der neugeborene Mensch die Fähigkeit zeigt, periphere Objecte wahrzunehmen, sich im Raume zu orientiren.

Diesen Zeitpunkt haben wir durch die Beobachtung festzustellen.

Eine solche Beobachtungsreihe liegt von Raehlmann vor[1], welcher in der Entwickelung des Gesichtssinnes des Kindes zwei Zeitepochen unterscheidet; nämlich die fünfte Woche, innerhalb welcher das Kind die Fähigkeit zeigt, einen Gegenstand zu fixiren, der sich in der Richtung der Sehlinie befindet; dagegen fehlen noch jene Augenbewegungen, welche den Zweck haben, periphere Objecte zu fixiren.

Ferner als zweite Epoche den fünften Monat, wo das Kind Blickbewegungen zeigt, welche die Blicklinie im Raume verschieben und die vornehmlich der Orientirung im Raume dienen.

Die zweite Zeitepoche haben wir beim Hunde für den 40. Tag bestimmt, und auf diesem Wege kämen wir zu dem Schlusse, dass beim Kinde die Sehsphaere im fünften Monat entwickelt ist und die elektrische Reizung mit associirten Augenbewegungen und entsprechender Kopfbewegung beantworten würde.

[1] E. Raehlmann, Physiologisch-pathologische Studien über die Entwickelung der Gesichtswahrnehmungen bei Kindern und bei operirten Blindgeborenen. Zeitschrift für Psychologie und für Physiologie der Sinnesorgane II. S. 53.

Ausgegeben am 28. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

28. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Pernice hielt einen Vortrag 'über Friede und Friedlosigkeit im römischen und griechischen Recht'.

2. Hr. von Bezold legte eine Mittheilung von Hrn. A. Oberbeck in Greifswald vor 'über das Ausströmen der Elektricität aus einem Leiter in die Luft und über den Einfluss, welchen eine Temperaturerhöhung des Leiters auf diesen Vorgang ausübt'.

Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Hr. Köhler legt im Auftrag des Verfassers eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. P. Foucart in Paris vor Recherches sur l'origine et la nature des mystères d'Éleusis (Paris 1895).

Das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Prof. L. Schläfli in Bern ist am 20. März gestorben.

Über das Ausströmen der Elektricität aus einem Leiter in die Luft und über den Einfluss, welchen eine Temperaturerhöhung des Leiters auf diesen Vorgang ausübt.

Von A. Oberbeck
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. von Bezold.)

1. Aus den bisherigen Untersuchungen über das Verhalten der Luft gegen Elektricität geht hervor, dass dieselbe bei gewöhnlichen Verhältnissen des Drucks und der Temperatur als ein sehr vollkommener Isolator anzusehen ist. Dagegen verliert sie diese Eigenschaft bei hoher Temperatur — ungefähr bei Beginn der Rothgluth — vollständig. Aber auch bei niedriger Temperatur der Luft kann die Entladung eines Leiters dadurch herbeigeführt werden, dass ein glühender, zur Erde abgeleiteter Conductor in seine Nähe gebracht wird. Dabei kann die Entfernung der beiden Leiter so gross gewählt werden, dass eine Erhitzung der zwischen ihnen liegenden Luftschichten ausgeschlossen ist.

Doch tritt hierbei ein polarer Unterschied in dem Verhalten der beiden Elektricitäten auf.

Während bei Rothgluth des abgeleiteten Conductors ein negativ geladener Leiter schnell und vollständig entladen wird, findet dies bei einem positiv geladenen Leiter nicht statt. Bei letzterem beginnt die Entladung erst dann, wenn die Temperatur des erhitzten Körpers bis zur Weissgluth gesteigert wird[1].

Nach Elster und Geitel ist diese Erscheinung durch die Thatsache zu erklären, dass die Luft in Berührung mit einem rothglü-

[1] Litteratur über diese und verwandte Erscheinungen: Guthrie, Chem. News 45. S. 116. — Beibl. 6. S. 686. 1882. J. Elster und H. Geitel, Wied. Ann. 19. S. 588—624. 1883. — 26. S. 1—8. 1885. — 31. S. 109—126. 1887. — 37. S. 315—329. 38. S. 27—39. 1889. K. Wesendonck, Wied. Ann. 30. S. 1—50. 1887. R. Koch, Wied. Ann. 33. S. 454—464. 1888. Branly, Compt. Rend. 114. S. 831—834; S. 1531—1533. 1892.

henden Körper positiv elektrisch wird, und dass dann elektrisirte Luftheilchen, durch den negativ geladenen Leiter angezogen, die Entladung desselben bewirken. Ein positiv geladener Leiter kann daher durch diesen Vorgang nicht entladen werden.

Bei Berührung der Luft mit einem weissglühenden Metall füllt sich dieselbe mit positiv und mit negativ geladenen Theilchen, so dass dann auch die Entladung positiver Elektricität erfolgen kann.

Dieselbe Erscheinung tritt bei den meisten anderen Gasen in ähnlicher Weise ein. Nur Wasserstoff zeigt das entgegengesetzte Verhalten. Derselbe wird bei Berührung mit einem glühenden Körper negativ elektrisch. Dem entsprechend wird in einer Wasserstoffatmosphaere ein positiv geladener Leiter durch einen abgeleiteten glühenden Körper leichter entladen als ein negativ geladener.

2. Alle zuvor angeführten Untersuchungen beziehen sich auf das Verhalten »glühender« Körper. Die Temperatur derselben wird gewöhnlich durch den Glühzustand (Rothgluth, Weissgluth u. s. w.) charakterisirt. Mehrfach findet man die Angabe, dass die beschriebenen Erscheinungen erst bei beginnender Rothgluth eintreten. Da eine derartige Temperaturbestimmung ziemlich unsicher ist — bekanntlich senden erhitzte Körper schon bei einer Temperatur von etwa 400° Lichtstrahlen aus, die allerdings nur in einem vollständig verdunkelten Raum beobachtet werden können, während bei Tageslicht die Rothgluth erst bei einer Temperatur sichtbar wird, welche jedenfalls über 500° liegt —, so stellte ich mir die Frage, bei welcher Temperatur des erhitzten Leiters derselbe zuerst fähig wird, die besprochenen Entladungen zu bewirken.

Versuche, welche ich hierüber anstellte, führten von selbst auf die allgemeinere Frage nach den Bedingungen, unter welchen überhaupt Elektricität in ein Gas übergeht, insbesondere nach dem Einfluss, welchen die Temperatur hierauf ausübt.

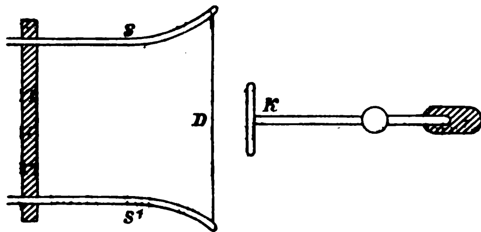
3. Während die Bedingungen für das Zustandekommen von Funken zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Kugeln durch sorgfältige Versuche ermittelt worden sind, ist es für den Ausfluss der Elektricität in Form von Glimm- oder Büschelentladung bis jetzt nicht gelungen, Gesetze von grösserer Allgemeinheit aufzustellen.

Nur so viel weiss man, dass zum Beginn des Ausströmens an einer Stelle eines Leiters ein gewisser Grenzwerth der Dichtigkeit oder des Potentialgefälles überschritten sein muss. Dieser Grenzwerth scheint unter sonst gleichen Umständen von dem Vorzeichen der sich entladenden Elektricität abzuhängen. Bei dem Ausfluss aus einer Spitze ist gewöhnlich die zum Beginn der Entladung erforderliche Dichtigkeit geringer, wenn die Ladung eine negative ist. Doch kommen auch

Ausnahmen von dieser Regel vor[1]. Ob und welchen Einfluss eine Temperaturerhöhung des Leiters hierauf ausübt, ist meines Wissens nicht ausführlicher untersucht worden. Es schien mir aber gerade von Interesse festzustellen, ob der charakteristische, polare Unterschied in der entladenden Wirkung eines glühenden Leiters sich auch schon bei niedrigeren Temperaturen nachweisen lässt, oder ob derselbe erst bei einer bestimmten hohen Temperatur eintritt.

4. Zur Beantwortung dieser Fragen wurde die folgende Versuchsanordnung benutzt. Ein leitender Körper wird von einer Hartgummisäule getragen. Derselbe ist mit der inneren Belegung einer kleinen Leydener Flasche und mit einem BRAUN'schen Elektrometer[2] verbunden, an welchem der Potentialwerth abgelesen wird, wenn dem System eine elektrische Ladung ertheilt worden ist. Dem Leiter wird dann ein mit der Erde verbundener Conductor genähert, dessen Temperatur in weiten Grenzen verändert und auch gemessen werden sollte. Hierzu dienten dünne Drähte, welche durch einen elektrischen Strom auf beliebige Temperaturen gebracht werden können. Das eine Ende derselben ist stets zur Erde abgeleitet, so dass die durch den Strom hervorgebrachte elektrische Spannung überhaupt sehr klein ist und jedenfalls vollständig im Vergleich zu den erheblichen Potentialwerthen des elektrischen Kraftfeldes, in welchem sich der Draht befindet, zu vernachlässigen ist.

Der Draht ist zwischen zwei schmalen Streifen von Kupferblech ausgespannt, welche an einer Hartgummiplatte befestigt sind. Diese Vorrichtung ist auf einer Theilmaschine derart angebracht, dass sie durch die Mikrometerschraube derselben verschoben und jedenfalls bis auf Hundertstel Millimeter genau eingestellt werden kann.



Die ganze Anordnung ist aus der beistehenden Figur zu ersehen. Als isolirter Leiter dient hier eine Kupferplatte K (von 68^{mm} Durchmesser). Der Draht D derselben gegenüber hat eine Länge von 200^{mm}. Durch die Kupferblechstreifen S und S' wird demselben der elektrische Strom zugeführt.

Bei Annäherung des Drahtes an den geladenen Leiter wird ersterer durch Influenz elektrisirt. Erreicht die Dichtigkeit der Elektricität an derjenigen Stelle des Drahtes, wo das elektrische Kraftfeld am grössten ist, einen gewissen Grenzwerth, so geht aus dem Draht

---

[1] J. PRECHT, WIED. Ann. 49. S. 168. 1893.
[2] F. BRAUN, WIED. Ann. 31. S. 857. 1887; 44. S. 771. 1891.

Elektricität in die Luft über und fliesst nach dem isolirten Conductor, dessen Potential zu sinken beginnt. Bei weiterer langsamer Annäherung wiederholt sich dieser Vorgang.

Die entsprechenden Potentialwerthe werden jedesmal für bestimmte Entfernungen des Drahtes abgelesen.

Durch Benutzung der Mikrometerschraube wird erreicht, dass während der ganzen Versuchsreihe der Zustand der elektrisirten Leiter nur sehr wenig vom Gleichgewicht verschieden ist. Wenn daher bei Versuchen über die Entladung aus feinen Spitzen, wie sie z. B. durch Röntgen[1] und Precht[2] ausgeführt wurden, verhältnissmässig grosse Elektricitätsmengen in bez. durch die Luft gingen und es deshalb nothwendig war, zwischen einem Anfangspotential und einem Endpotential oder Minimumpotential zu unterscheiden, so ist dies bei der hier getroffenen Versuchsanordnung nicht erforderlich. Bei Annäherung des Drahtes aus grosser Entfernung bleibt zuerst das Potential des geladenen Leiters constant. Von einer bestimmten Stelle an sinkt dasselbe und geht bei weiterer Annäherung gleichmässig zurück. Jeder Entfernung des Drahtes von dem Conductor entspricht daher ein gewisser Potentialwerth, den ich kurz als Entladungspotential bezeichnen will.

Die Theilung des Elektrometers wurde mit Hülfe einer elektrostatischen Wage geprüft. Sie erwies sich als richtig. Nur der absolute Werth jedes Theilstriches, welcher von dem Verfertiger zu 1000 Volt angegeben war, betrug 1126 Volt.

5. Der Ausfluss der Elektricität aus einem Leiter erfolgt jedenfalls zuerst an der Stelle, wo die Dichtigkeit oder das Potentialgefälle an der Oberfläche des Leiters am grössten ist. Bei der getroffenen Versuchsanordnung können diese Grössen berechnet werden.

Befindet sich ein abgeleiteter, geradliniger Draht, dessen Durchmesser sehr klein ist, in einem elektrischen Kraftfeld und bezeichnet man mit V_1 den grössten Werth, welchen das Potential des Kraftfeldes in der Längsrichtung des Drahtes besitzt, so ist dort die Dichtigkeit der freien Elektricität an der Oberfläche des Drahtes:

$$\delta = -\frac{V_1}{4\pi R_1 \log L/R_1}$$

und das Potentialgefälle:

$$G = \frac{V_1}{R_1 \log L/R_1},$$

wenn R_1 der Radius des Drahtes und L die Länge desselben ist.

[1] W. C. Röntgen, Götting. Nachr. 1878. S. 390—404.

[2] J. Precht, Wied. Ann. 49. S. 150—183. 1893.

Ist der Werth des Potentials auf dem isolirten Conductor bekannt — derselbe wurde bei den beschriebenen Versuchen am Elektrometer abgelesen und mag mit V_0 bezeichnet werden —, so kann man V_1 berechnen, wenn der in Frage kommende Conductor gewisse einfache Formen hat.

Ausser für die Kugel ist die Rechnung für ein Ellipsoid durchgeführt.

Für die Versuche geeignet ist besonders eine kreisförmige Platte, welche als Grenzfall eines abgeplatteten Rotationsellipsoides angesehen werden kann, und ein cylindrischer Conductor mit abgerundeten Enden, auf welchen wohl einigermaassen die Formeln für ein verlängertes Rotationsellipsoid passen dürften.

Demnach wurden als Conductoren: eine Kugel, ein Cylinder und eine kreisförmige Platte benutzt. Bei letzterer sind die Flächen gleichen Potentials abgeplattete Rotationsellipsoide. Die Änderungen des Potentials auf einem der Platte parallel ausgespannten Draht sind daher in dem mittleren Theil verhältnissmässig gering.

Rückt der Draht näher an den Conductor heran, so wird die Berechnung von V_1 in der soeben besprochenen Weise ungenau, weil jetzt der elektrisirte Draht eine merkliche Rückwirkung auf die Vertheilung der Elektricität auf dem Conductor ausübt. In Folge dessen muss der Werth von V_1 grösser werden, als die erste Rechnung ergiebt.

Ich lasse zunächst eine Versuchsreihe als Beispiel folgen.

In der Tabelle 1 sind unter x die Entfernungen des ausgespannten Drahtes von der Kupferscheibe angegeben.

Die am Elektrometer abgelesenen Werthe des Potentials des isolirten Conductors stehen unter V_0, die hieraus berechneten Potentiale für die Entfernung x vom Mittelpunkt der Platte unter V_1. Der benutzte Platindraht hatte einen Durchmesser von $0^{mm}.056$.

Tabelle 1.

x mm	V_0 Volt	V_1 Volt
40	11260	5050
35	10130	4973
30	9010	4842
25	7995	4768
20	6980	4618
15	6080	4473
10	5180	4242

Während also das isolirte System durch Annäherung des Drahtes von 40^{mm} auf 10^{mm} mehr als die Hälfte der ursprünglichen Ladung verloren hat, sinkt der Werth des Entladungspotentials V_1 zuerst sehr langsam, und nur in grösserer Nähe etwas stärker. Ich halte es aber für wahrscheinlich, dass diese Unterschiede durch eine genauere Be-

rechnung des ganzen Vorgangs vollständig oder nahezu ausgeglichen werden würden, so dass man das Entladungspotential eines bestimmten Drahtes annähernd als constant ansehen kann.

Die Dichtigkeit oder das Potentialgefälle hängt aber auch von dem Durchmesser des Drahtes ab. Es wurden deshalb mehrere Drähte von verschiedenen Durchmessern in gleicher Weise untersucht, hauptsächlich Platindrähte, dann aber auch Drähte aus anderen Metallen.

Die dabei erhaltenen Resultate will ich hier nur kurz zusammenfassen. Die Werthe der Entladungspotentiale wachsen mit den Durchmessern, aber viel langsamer als diese. Dabei treten mancherlei störende Nebenumstände auf, welche darauf hindeuten, dass die Oberflächenbeschaffenheit der Drähte von Einfluss ist. Das Entladungspotential wird meist etwas grösser, wenn mit dem Draht einige Zeit experimentirt worden ist, insbesondere wenn derselbe zum Glühen gebracht worden ist.

Über den Ausfluss der Elektricität aus einem dünnen Draht liegen Versuche von G. Jaumann[1] vor. Der Hauptzweck derselben war allerdings, einen Zusammenhang zwischen der Stärke des von dem Draht nach einem concentrischen, abgeleiteten Cylinder fliessenden Stromes und der Potentialdifferenz Draht — Cylinder zu ermitteln. Jaumann findet dabei, dass diese Potentialdifferenz für den Beginn des Stromes einen gewissen endlichen Werth besitzen muss, welchen derselbe für eine Reihe von Platindrähten von verschiedenen Durchmessern bestimmt. Dieselben stimmen mit den von mir auf ganz andere Weise erhaltenen gut überein. Jedoch findet Jaumann, dass das Potential für den Beginn des Ausflusses der negativen Elektricität durchweg etwas grösser ist, wie für positive Elektricität.

Bei meinen Versuchen war bei gewöhnlicher Temperatur der Unterschied der Entladungspotentiale für die beiden Elektricitäten meist nur gering. Es kamen Fälle vor, wo das positive Entladungspotential etwas grösser war, wie das negative und umgekehrt. Häufig verschwand die Verschiedenheit nach längerem Experimentiren mit dem Draht, besonders wenn derselbe mehrfach stark erwärmt worden war.

6. Sehr eigenthümlich ist nun der Einfluss der Temperaturerhöhung des Drahtes. Zunächst setzt dieselbe das Entladungspotential beider Elektricitäten erheblich herunter und zwar geschieht dies schon bei mässiger Erwärmung. Ausserdem aber bewirkt die Temperatursteigerung in allen Fällen eine polare Verschiedenheit der Entladungspotentiale. Stets sinkt das Entladungspotential der negativen Elektricität schneller mit zunehmender Temperatur als dasjenige der positiven Elektricität, so dass bei höheren Temperaturen die Differenzen nicht unerhebliche Werthe erreichen.

[1] G. Jaumann, Sitzungsber. d. Wien. Akad. (2) 97. S. 1587—1626.

Bevor ich als Beispiel dieses Verhaltens in der Tabelle 2 eine vollständige Versuchsreihe mittheile, muss ich zunächst noch eine Bemerkung über die dort gemachten Temperaturangaben vorausschicken.

Wie früher bemerkt, wurden die Drähte dadurch erwärmt, dass ein elektrischer Strom durch dieselben geleitet wurde. Die Intensität dieses Stromes wurde jedesmal bestimmt. Ausserdem wurde in einer besonderen Versuchsreihe für jeden Draht festgestellt, in welchem Verhältniss sich der Widerstand eines Stückes desselben veränderte, wenn ein bestimmter Strom durch denselben floss und hierdurch der Draht erwärmt wurde. Ferner war die Vermehrung des Widerstandes bei Erwärmung des Drahtes in einem Luftbad auf bekannte Temperaturen festgestellt worden. Hieraus konnte daher ein Rückschluss auf die Erwärmung durch einen stärkeren Strom gezogen werden. Das Luftbad gestattete allerdings nur Temperaturerhöhungen bis zu etwa 250°. Um die höheren Temperaturen zu schätzen, wurde diejenige Stromstärke bestimmt, bei welcher der Draht im Dunkeln eben beginnt Licht auszusenden. Nach EMDEN[1] wurde hierfür eine Temperatur von 400° angenommen.

Schliesslich wurde diejenige Stromstärke ermittelt, bei welcher bei Tageslicht zuerst Rothgluth sichtbar wird. Hierfür wurde eine Temperatur von 520° angenommen. Höhere Temperaturen bei stärkeren Strömen wurden dann nach den entsprechenden Widerstandsänderungen geschätzt.

In der folgenden Tabelle sind ausser den in der beschriebenen Weise ermittelten Temperaturen des Drahtes (t) unter $+V$ und $-V$ die Entladungspotentiale für positive und negative Elektricität angegeben. Die Entfernung des Drahtes von der Kupferscheibe betrug 30^{mm}, der Durchmesser desselben $0^{mm}.102$.

Tabelle 2.

t	$+V$	$-V$	Differ.
20°	5440	5440	0
160	4440	4230	210
270	3930	3690	240
320	3750	3320	430
420	3270	2780	490
480	3020	2480	540
540	—	2360	
580	—	2120	
620	—	2060	
680	—	2000	

[1] R. EMDEN, WIED. Ann. 36. S. 214—235. 1889.

Die Entladungspotentiale der beiden Elektricitäten haben in diesem Falle bei gewöhnlicher Temperatur gleiche Werthe. Mit zunehmender Temperatur sinkt das Entladungspotential für positive Elektricität langsamer, so dass die Differenzen wachsen.

Bei ungefähr 500° bricht die Reihe der positiven Entladungspotentiale ab, weil es von dieser Temperatur an unmöglich wird, dieselben in der bisherigen Weise zu beobachten. Während bei niedrigeren Temperaturen und bei Annäherung des Drahtes an die Scheibe die Nadel des Elektrometers für jede Entfernung eine bestimmte Stellung erreicht und in dieser verharrt, solange der Draht an seiner Stelle bleibt, so findet jetzt eine vollständige Entladung des isolirten Systems statt. Sie erfolgt langsam, wenn der Draht entfernt ist und die Temperatur dem Beginn des Rothglühens entspricht. Sie erfolgt schnell (auch bei grossen Entfernungen des Drahtes), wenn die Temperatur höher liegt.

Für den Ausfluss der negativen Elektricität aus dem Draht (also bei positiver Ladung des isolirten Systems) kann, wie die Tabelle zeigt, das Entladungspotential noch für erheblich höhere Temperaturen beobachtet werden. Erst bei Temperaturen des Drahtes, die jedenfalls über 700° liegen, tritt auch für den positiv geladenen Conductor vollständige Entladung ein.

Die Anfangs aufgeworfene Frage, ob wir es bei dem Vorgange der negativ unipolaren Leitung der Luft bei Gegenwart eines rothglühenden Körpers etwa mit einer langsam mit der Temperaturerhöhung sich steigernden Herabsetzung des Entladungspotentials für positive Elektricität zu thun haben, ist nach dem Ergebniss aller meiner Beobachtungen zu verneinen, da umgekehrt die Herabsetzung des Entladungspotentials für negative Elektricität stets grösser ist. Es tritt vielmehr bei einer bestimmten Temperatur (ungefähr bei dem Sichtbarwerden der Rothgluth bei Tageslicht) eine neue Erscheinung auf, welche die vollständige Entladung des negativen Conductors bewirkt, und es liegt kein Grund vor zu bezweifeln, dass dies die von Elster und Geitel durch viele und sorgfältige Versuche nachgewiesene positive Elektrisirung der Luft bei Berührung mit einem glühenden Metall ist.

7. Durch die hier beschriebenen Versuche ist zunächst das Verhalten von Platindrähten bei verschiedenen Temperaturen in Luft von gewöhnlicher Dichte festgestellt worden. Ich gedenke hieran weitere Untersuchungen anzuschliessen:

a) über den Ausfluss der Elektricität aus Platindrähten in verdünnte Luft und in andere Gase bei gleichzeitiger Veränderung der Temperatur der Drähte,
b) über das Verhalten anderer Substanzen in dieser Beziehung.

Alle Erscheinungen, in denen stark ausgeprägte, polare Unterschiede der beiden Elektricitäten auftreten, sind stets von grossem Interesse. Handelt es sich dabei doch immer um die fundamentale Frage, ob die beiden Zustände, die wir als positiv und negativ elektrisch bezeichnen, qualitativ oder nur quantitativ verschieden sind.

Ferner dürfte das Verhalten der Gase gegen elektrische Entladungen geeignet sein, weitere Aufschlüsse über die molecularen Vorgänge in denselben zu geben, was man nach einer älteren Untersuchung von RÖNTGEN[1] wohl hoffen darf.

---

[1] W. C. RÖNTGEN, Götting. Nachr. 1878. S. 390—404.

Ausgegeben am 4. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

4. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers i. V.

1. Hr. Munk legte im Auftrag des Hrn. du Bois-Reymond eine im Physiologischen Institut der hiesigen Universität ausgeführte Arbeit des Hrn. Dr. G. Abelsdorff vor über Erkennbarkeit des Sehpurpurs von *Abramis Brama* mit Hülfe des Augenspiegels.

2. Hr. Planck legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. E. Pringsheim hierselbst vor über die Leitung der Elektricität durch heisse Gase.

3. Hr. Schulze legte eine Abhandlung des Assistenten am Zoologischen Institut der hiesigen Universität Hrn. Dr. R. Heymons vor: die Segmentirung des Insektenkörpers.

4. Derselbe legte ferner eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. L. Will in Rostock vor: Ergebnisse einer Untersuchung des Gastrulationsprocesses der Eidechse (*Lacerta*).

5. Hr. Schwarz überreichte einen von dem Herausgeber Hrn. A. Hermann in Paris für die Akademie eingesandten Facsimile-Abdruck der Schrift von Neper: Mirifici Logarithmorum Canonis constructio .... Lugduni MDCXX.

Die Mittheilungen Nr. 1, 2, 4 folgen hier, Nr. 3 erscheint in den Abhandlungen.

Über die Erkennbarkeit des Sehpurpurs von Abramis Brama mit Hülfe des Augenspiegels.

Von Dr. GEORG ABELSDORFF,
Assistent an der Königlichen Universitäts-Augenklinik in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. DU BOIS-REYMOND.)

Vor beinahe zwei Jahrzehnten fand BOLL, dass der Netzhaut eine im Lichte bleichende purpurne Eigenfarbe zukommt. Auf Grund dieser Thatsache hielt er die bisher gültige Erklärung für die rothe Farbe des Augengrundes im ophthalmoskopischen Bilde nicht mehr für ausreichend: die rothe Farbe desselben rühre nicht von den erleuchteten Blutgefässen der Aderhaut, sondern von der Eigenfarbe der Netzhaut her. War dieses richtig, so ergab sich hieraus die Möglichkeit, zu den zahlreichen mit dem Augenspiegel gewonnenen Errungenschaften eine neue hinzuzufügen, nämlich den jene Eigenfarbe der Netzhaut bewirkenden in den Aussengliedern der Stäbchen sitzenden Farbstoff, den Sehpurpur und dessen Veränderungen unter der Einwirkung des Lichtes, und so nichts geringeres als die Umsetzung von Schwingungen des Lichtaethers in chemische Processe, am Auge während des Lebens ophthalmoskopisch erkennen zu können.

Diese Hoffnung erfüllte sich jedoch nicht, und BOLL's Behauptung, dass der purpurnen Farbe der Netzhaut ein wesentlicher Antheil an der Farbe des ophthalmoskopischen Bildes zukomme, erwies sich als irrig.

Neben anderen gebührt vor allen O. BECKER[1] und COCCIUS[2] das Verdienst, durch zahlreiche Versuche bewiesen zu haben, dass der Sehpurpur auf dem von der gerötheten Aderhaut gebildeten Hintergrund der Netzhaut ophthalmoskopisch nicht wahrnehmbar ist, da die Farbe des Sehpurpurs von der dahinter liegenden Aderhautröthe nicht isolirt werden kann. Eine neue Möglichkeit für die ophthalmoskopische Erkennbarkeit des Sehpurpurs eröffnete eine Beobachtung

[1] O. BECKER, Über die ophthalmoskopische Sichtbarkeit des Sehroths. ZEHENDER, Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. XV. Beilage. 1877.

[2] COCCIUS, Über die Diagnose des Sehpurpurs im Leben. Programm der Leipziger Universität. 1877.

Hrn. Kühne's, dem wir überhaupt die eingehendere Kenntniss der Eigenschaften des Sehpurpurs verdanken: im ultravioletten Lichte fluorescirt die purpurhaltige Netzhaut weisslich blau, die gebleichte dagegen weisslich grün. O. Becker[1] versuchte daher bei einem Manne, dem die Linse extrahirt war, an dem aphakischen und so von der Fluorescenz der Linse befreiten Auge die Fluorescenz der Netzhaut mit dem Augenspiegel zu erkennen. »Das Licht erwies sich zu diesem Zwecke jedoch als zu schwach, und es wurde nichts erreicht.«

Mir selbst boten Untersuchungen über die Absorptionscoefficienten des Sehpurpurs, zu welchen mir Hr. A. König die Anregung gegeben, den Anlass, mich noch einmal an das scheinbar unlösbare Problem der ophthalmoskopischen Diagnose des Sehpurpurs zu wagen und mit der gütigen Erlaubniss des Hrn. A. König in der physikalischen Abtheilung des Berliner physiologischen Instituts Versuche hierüber anzustellen.

Ist die für die ophthalmoskopische Unsichtbarkeit des Sehpurpurs gegebene Erklärung richtig, so ist zu erwarten, dass ein die Aderhautröthe verdeckender weisser, reflectirender Hintergrund die Wahrnehmung gestattet. Ein grosser Theil des durch die Pupille eingefallenen Lichtes wird, nachdem es eine zweimalige Absorption ausschliesslich durch den Sehpurpur erfahren, durch die Pupille wieder austreten und in das Auge des Beobachters gelangen. Thatsächlich finden sich diese Bedingungen in der Natur bei denjenigen Thieren verwirklicht, welche ein retinales Tapetum besitzen. Im Gegensatz zu dem bekanntern und weit verbreiteten chorioidalen[2] Tapetum, das hinter den Capillargefässen der Aderhaut gelegen ist, tritt jenes an die Stelle des Pigmentepithels, indem es durch die Einlagerung reflectirender Substanzen in die retinalen Epithelzellen gebildet wird, liegt also dicht hinter den Aussengliedern der Stäbchen, eine undurchsichtige Decke über der Aderhaut bildend.

Ein leicht zu beschaffendes Beispiel für solche mit einem derartigen Retinaltapetum ausgestatteten Thiere liefert *Abramis Brama* (Bley). Hr. Kühne bemerkt in seiner gemeinsam mit Hrn. Sewall[3] verfassten Arbeit »Zur Physiologie des Sehepithels«, dass bei diesem Fische die beiden oberen Drittheile des Augengrundes von weisslicher kaum gelblicher Farbe sind, das untere Drittheil dagegen sich fast geradlinig unter der Papille abgrenzend tief braun erscheint. Die

[1] Untersuchungen aus dem physiologischen Institut der Universität Heidelberg. I, 2. S. 180. 1877.

[2] Dieses wurde lange Zeit als die einzige Art des Tapetum betrachtet. Noch in Hrn. Leuckart's Monographie über vergleichende Anatomie des Auges (Gräfe-Sämisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Bd. II. 1876) wird nur dieses beschrieben. Erst Hr. Kühne lehrte ein chorioidales und retinales Tapetum unterscheiden.

[3] Untersuchungen aus dem physiolog. Institut der Universität Heidelberg. 1880.

weissliche Farbe wird durch das zwischen Aderhaut und Netzhaut gelegene Retinaltapetum bewirkt, welches seine Farbe dem Guaningehalte verdankt. Hr. KÜHNE betont schon, dass man am eröffneten Auge des im Dunkeln gehaltenen Fisches, soweit das Tapetum reicht, den Sehpurpur von vorn ohne Abhebung der Netzhaut wahrnehmen kann, ja sogar bei geeigneter Richtung und Intensität der Beleuchtung von unten nach oben in das uneröffnete Auge des im Dunkeln gestorbenen Fisches blickend die Eigenfarbe der Netzhaut am violetten Scheine erkennt.

Hier gelangte ich auch zu dem bisher vergeblich erstrebten Ziel, den Sehpurpur mit dem Augenspiegel wahrzunehmen.

Der lebenskräftige Fisch verweilte im Wasser vier Stunden lang im Dunkeln, hierauf wurden die Augen mit dem Spiegel betrachtet, indem der Fisch von einem Gehülfen in der Luft gehalten und als Lichtquelle eine gewöhnliche Gaslampe benutzt wurde. Ich beobachtete nur im umgekehrten Bilde und verzichtete auf die Betrachtung im aufrechten Bilde wegen der in der Luft vorhandenen hochgradigen Myopie des Fischauges. Das so gewonnene Bild des Augenhintergrundes des im Dunkeln gehaltenen Fisches zeigt, von interessanten aber den Gegenstand nicht berührenden Einzelheiten abgesehen, den grünlich gefärbten Sehnerveneintritt, von welchem dreizehn Gefässe sternförmig ausstrahlen.[1] Die Farbe des Hintergrundes ist prachtvoll roth mit leicht violettem Schimmer. Etwas oberhalb der Papille dagegen, in Wirklichkeit also unterhalb, hört die rothe Farbe mit scharfer Grenze auf, der Hintergrund nimmt hier schwarz grünliche Färbung an, bei scharfer Einstellung ist das Aussehen getäfelt, indem zwischen den schwarzen Stellen sich sehr kleine weisse Lücken einschieben. Während die schwarze Farbe dem von Tapetum freien nur Pigmentepithel tragenden unterem Theile der Netzhaut entspricht, kommt die rothe Farbe dem mit Tapetum versehenen Theile zu. Letztere rührt ausschliesslich von der Anwesenheit des Sehpurpurs her, denn während des Spiegelns braucht man nicht lange zu warten, bis die rothe Färbung einer gelblich weissen Platz macht. Genauere Zeitbestimmungen habe ich bisher nicht gemacht, dieselben würden übrigens auch keinen Schluss auf das Verhalten des Sehpurpurs im Wasser lebender Fische zulassen. Der naheliegende Einwand, dass ich durch Halten in der Luft den Fisch dem Tode nahe brachte und so der blutleere Augengrund das Bild einer durch Licht gebleichten Netzhaut vortäuschte, widerlegt sich leicht. Die durch agonale Blutleere ein-

[1] Eine Bestätigung der schon von E. BRÜCKE (MÜLLER's Archiv 1845) geäusserten Vermuthung, dass »das Gefässnetz der Nervenhaut« beim Bley sehr stark entwickelt zu sein scheine; allerdings wird die Membrana hyaloidea, in welcher die Gefässe liegen, jetzt nicht mehr als der Netzhaut, sondern dem Glaskörper zugehörig betrachtet.

tretende Abblassung des Augenhintergrundes wird ohne Zweifel langsamer vor sich gehen als die von mir beobachtete; denn es bedarf bei dem aus der Dunkelheit herausgenommenen Fische schon einiger Übung in schneller und sicherer Einstellung des Augenhintergrundes, um wirklich auch in den centraleren Partieen die gesättigte Farbe noch anzutreffen. Es muss allerdings zugestanden werden, dass die grosse Schnelligkeit, mit der die beobachtete Abblassung eintritt, auf den für das Leben des Fisches so deletären Aufenthalt in der Luft zurückzuführen ist, da bei einem frischen im Wasser befindlichen Fische ein grösseres dynamisches Gleichgewicht zwischen Zersetzung und Neubildung des Sehpurpurs besteht.

Dass die Veränderung des ophthalmoskopisch wahrgenommenen Bildes allein durch die Bleichung des Sehpurpurs bewirkt wird, beweist noch klarer folgender Versuch. Ein lebenskräftiger frischer Fisch wurde in eine seiner Länge entsprechende Glaswanne gesetzt und durch Einsenken von Glasplatten an seitlichen Bewegungen verhindert. Vor der Wanne war in der Höhe des Auges eine Auer'sche Gasglühlichtlampe aufgestellt, so dass der Fisch genöthigt war direct in das Glühlicht hineinzustarren, wenn er auch geringe seitliche Augenbewegungen machte. Stetiger Ab- und Zufluss sorgte für die Erneuerung des Wassers, der Zufluss geschah durch einen auf den Rücken des Fisches fallenden Strahl, so dass eine Erwärmung verhütet, die Kiemenathmung unterhalten und die Lebensfähigkeit nicht beeinträchtigt wurde. Ein in dieser Weise eine halbe Stunde lang belichteter Fisch wurde ebenso wie der im Dunkeln gehaltene mit dem Augenspiegel untersucht. Der tapetumfreie Theil des Hintergrundes bietet dasselbe schwärzliche Aussehen, das ich vorher geschildert, der tapetumhaltige dagegen ist von gleichmässig gelblich weisser Farbe, auf welcher sich scharf die rothen Gefässe der Membrana hyaloidea abheben; von dem früher vorhandenen leuchtenden Roth ist keine Spur mehr zu entdecken. Nach einer Belichtung von nur drei Minuten fanden sich dagegen in der Peripherie noch Stellen von schwach röthlich violettem Aussehen.

Diese Versuche beweisen die ophthalmoskopische Wahrnehmung einer durch Licht zersetzbaren Substanz. Ist diese identisch mit der von Hrn. Kühne als Sehpurpur bezeichneten, so muss bei der bekannten Regenerationsfähigkeit des letztern der weisse Hintergrund auch wieder in einen rothen verwandelt werden können. In der That gelingt dieses leicht; es ist hierzu nur nöthig, den Bley nach halbstündiger Belichtung mit Auer'schem Glühlicht drei Stunden im Dunkeln zu halten. Nur ein Mal misslang der Versuch, als ich einen schon durch längere Gefangenschaft in seiner Lebenskraft geschwächten und in der sich lange hinziehenden Agone befindlichen Fisch benutzte.

Bei diesem konnte ich nach drei Stunden noch keine Andeutung einer Regeneration des geblichenen Sehpurpurs bemerken. Es wird hierdurch die schon bekannte Abhängigkeit der Regenerationsfähigkeit des Sehpurpurs von der Lebensfrische der Fische bestätigt, analog der von Hrn. KÜHNE beobachteten Thatsache, dass nicht mehr lebenskräftige Fische den Sehpurpur im Lichte schneller verlieren als lebenskräftige, dass ferner »der[1] beim Frosche so vorzüglich gelingende Regenerationsversuch am intra vitam entpurpurten, nachher exstirpirten aber nicht eröffneten Bulbus beim Fische vollkommen negativ ausfällt«.

Um auch am todten Bley den Sehpurpur mit dem Augenspiegel wahrnehmen zu können, hielt ich einen lebensfrischen Fisch vier Stunden im Dunkeln, tödtete ihn bei rothem Lichte und wartete so lange, als aus dem abgeschnittenen Kopfe spontan Blut ausfloss. Natürlich glaube ich nicht, hierdurch die Gefässe völlig blutleer gemacht zu haben, mit dem Augenspiegel waren dieselben jedoch nur noch an der Stelle ihres grössten Durchmessers sichtbar, indem sie sich am Sehnerveneintritt als tief schwarze Streifen zeigten, ihre Ausstrahlungen waren aber nicht mehr zu erkennen. Trotzdem hatte die rothe Farbe des Hintergrundes nichts an Sättigung eingebüsst. Nach wenigen Minuten der Belichtung trat die weisse Farbe dann an Stelle der rothen ein. Leider wird eine längere und genauere Betrachtung durch eine sich bald hinzugesellende nicht näher localisirbare Trübung cadaverösen Ursprungs, die den Hintergrund völlig verschleiert, unmöglich gemacht. Das anfangs noch sichtbare Weiss des Hintergrundes erschien mir frei von gelblicher Beimischung und reiner als das am gebleichten Auge des lebenden Fisches beobachtete. Bedenkt man, dass die Epithelzellen des retinalen Tapetum ausser dem überwiegenden Gehalt an Guanin in geringer Menge auch braunes aus Fuscin bestehendes Pigment besitzen und dass die während des Lebens bei Belichtung eintretende Pigmenteinwanderung in die Retina nach dem Tode erlischt, so wird man nicht einmal diesen Farbenunterschied ausschliesslich auf den veränderten Blutgehalt zurückführen können.

Wie weit die aus den erwähnten Versuchen sich ergebende Möglichkeit, mit dem Augenspiegel auch Optogramme wahrzunehmen, praktisch ausführbar ist, hoffe ich durch weitere Versuche entscheiden zu können.

---

[1] KÜHNE a. a. O. Bd. III, 3. S. 276.

Über die Leitung der Elektricität durch heisse Gase.

Von Dr. E. Pringsheim
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Planck.)

Zur Untersuchung der elektrischen Leitung erhitzter Gase habe ich mich des früher[1] beschriebenen Ofens bedient. Ein Porcellanrohr von 60^{cm} Länge und $3^{cm}.6$ lichter Weite wurde in seinem mittlern Theil in einer Länge von 22^{cm} von den Flammen umspült und in gleichmässige Gluth versetzt. Die Enden des Rohrs waren durch aufgekittete Messingfassungen luftdicht verschlossen und wurden durch Wasserspülung gekühlt. Ein Ansatzrohr in der einen Messingfassung führte zu einem Dreiweghahn, durch welchen man das Porcellanrohr abwechselnd nach Belieben mit einer Luftpumpe, einem Kohlensäure- oder einem Wasserstoff-Apparat in Verbindung setzen konnte. Vor dem Eintritt in das Porcellanrohr hatten die zu untersuchenden Gase eine U-Röhre mit Chlorcalcium zu passiren; der Wasserstoff wurde durch zwei Woulff'sche Flaschen mit übermangansaurem Kali und mit concentrirter Schwefelsäure geleitet. In das Porcellanrohr waren zwei Elektroden so eingeführt, dass sie im Innern das Rohr nirgends berührten und nur in den gekühlten Messingfassungen von einander vollkommen isolirt befestigt waren. Als Elektroden dienten zunächst kreisförmige Platinbleche von 1^{cm} Durchmesser und 1^{mm} Dicke, welche sich in der festen Entfernung von etwa 3^{mm} in der Mitte des Rohrs vertical einander gegenüber befanden. Sie wurden von langen Platindrähten gehalten, welche ihrer ganzen Länge nach in Capillarröhren von Porcellan eingeschlossen waren und von diesen getragen wurden. Diese Elektroden konnten in einen Stromkreis eingeschaltet werden, in welchem sich ein Galvanometer von du Bois und Rubens befand; der Widerstand des Galvanometers betrug 8000 Ohm, einem Millimeter Ausschlag entsprach eine Stromstärke von etwa $2 \cdot 10^{-10}$ Ampère. Als Stromquelle konnten nach Belieben 1, 2, 5 oder 10 Trockenelemente von je etwa 1.6 Volt benutzt werden.

[1] Wied. Ann. **45**. S. 428. 1892.

Die Versuche ergaben zunächst, dass Luft, CO_2 und H bei den angewendeten elektromotorischen Kräften bei eben beginnender Rothgluth den elektrischen Strom merklich zu leiten anfangen, und dass die Leitungsfähigkeit mit steigender Temperatur stark zunimmt. Dabei wächst die beobachtete Stromintensität schnell mit abnehmendem Drucke, sie ist unter sonst gleichen Umständen am grössten für H, kleiner für Luft, noch kleiner für CO_2. Die Leitung ist, obwohl die beiden Elektroden einander möglichst genau gleich gemacht waren, deutlich von der Stromrichtung abhängig. Diese Beobachtungen bestätigen vollkommen die alten Angaben von E. Becquerel[1]; dass neuere Beobachter negative Resultate erhalten haben, ist wohl durch ungünstige Versuchsanordnungen verschuldet.

Die Leitung der heissen Gase zeigte starke Abweichungen vom Ohm'schen Gesetz; die Stromintensität steigt viel schneller als die elektromotorische Kraft. Daher kann man nicht ohne weiteres von einem bestimmten Widerstande der Gase sprechen. Die Versuche führten zu einem empirischen Gesetz, durch welches bei constanter Temperatur (mässige Rothgluth) innerhalb der Beobachtungsfehler alle Beobachtungen mit vollkommener Genauigkeit dargestellt werden. Es lautet:

$$i = \frac{e + ae^2}{w}.$$

Hier bedeutet i die Stromintensität, e die elektromotorische Kraft, a eine von der Natur der Elektroden und von der Stromrichtung abhängige Constante. w ist bei constantem Druck ebenfalls constant und kann als der Widerstand des Gases aufgefasst werden. Dem Drucke ist w innerhalb des beobachteten Intervalles von 6^{cm} bis 64^{cm} Quecksilberdruck nahezu proportional.

Um die Gesetze der Gasleitung genauer untersuchen zu können, änderte ich die Versuchsanordnung so, dass ich die Entfernung der Elektroden während der Versuche in messbarer Weise variiren konnte. Es zeigte sich eine starke Abnahme der Intensität mit zunehmendem Abstande der Elektroden. Eine genaue Messung dieser Abhängigkeit wurde jedoch zunächst dadurch vereitelt, dass bei geringem Elektrodenabstand, $0^{mm}.5$ bis $1^{mm}.5$, wobei die Stromintensität und die Stromdichtigkeit verhältnissmässig gross waren, das Galvanometer nicht in regelmässiger Weise um eine Ruhelage pendelte, sondern zunächst bei Stromschluss einen sehr grossen Ausschlag gab, oft mehrere tausend Scalentheile, darauf aber erst sehr schnell, dann allmählich immer mehr zurückgieng, um erst nach sehr langer Zeit, bis 10 Minuten und

[1] Ann. de Chim. et de Phys. [3]. 39. S. 355. 1853.

darüber, eine constante Lage anzunehmen — vorausgesetzt, dass es gelang, die äusseren Bedingungen, Temperatur, Druck u. s. w. so lange Zeit vollkommen constant zu erhalten. Da diese Erscheinung auf den ersten Blick den Eindruck der Polarisation machte, so schaltete ich, nachdem der Strom eine Zeit lang in bestimmter Richtung durch das Gas hindurchgegangen war, die Elemente aus und verband die beiden Elektroden ohne äussere elektromotorische Kraft direct mit dem Galvanometer. Es zeigte sich ein deutlicher Polarisationsstrom von entgegengesetzter Richtung wie der Ladungsstrom, welcher bei dauerndem Stromschluss erst schnell, dann allmählich zurückgieng. Dieser Polarisationsstrom ist im allgemeinen erheblich schwächer als der Ladungsstrom, seine Intensität hängt von der Dauer des Ladungsstromes ab. Vermindert man, während der Polarisationsstrom geschlossen ist, den Widerstand des Gases dadurch, dass man die Elektroden einander nähert oder dass man den Gasdruck verringert, so nimmt die Intensität des Polarisationsstromes zu. Man kann dabei leicht Ausschläge von mehreren hundert Scalentheilen erhalten. In dem Augenblicke, in dem man die beiden Elektroden so weit nähert, dass sie sich direct berühren, hört die Polarisation auf. Entfernt man die Elektroden nach kurzer Zeit wieder von einander, so zeigt das Galvanometer keinen Polarisationsstrom mehr an.

Der Polarisationszustand der Elektroden kann sehr lange unverändert erhalten werden und nimmt nur sehr allmählich von selbst ab. Wenn man die geladenen Elektroden ruhig stehen lässt, so kann man den Polarisationsstrom noch eine halbe Stunde nach der Ladung nachweisen. In einem Versuche löschte ich die Flammen des Ofens nach der Ladung aus und liess das Gas sich abkühlen, bis keine Gluth und keine Leitung mehr vorhanden war. Darauf wurde der Ofen wieder angeheizt, und als die Gluth sich wiederhergestellt hatte, etwa 15 Minuten nach der Ladung, stellte sich der Polarisationsstrom ohne neue Ladung wieder ein. Dagegen scheint ein starker Luftstrom die Polarisation zu zerstören; das ist wohl auch der Grund, weshalb es mir bisher nicht gelungen ist, die Erscheinung in einer frei brennenden Flamme zu beobachten.

Um die elektromotorische Kraft der Polarisation zu messen, wurde eine Anzahl von Versuchen mit einem Thomson'schen Quadrantelektrometer vorgenommen. Es ergab sich, dass die maximale elektromotorische Kraft der Polarisation im wesentlichen unabhängig ist von der elektromotorischen Kraft des Ladungsstromes, dem Druck und der Stromintensität. Nur die Zeitdauer, welche der Ladungsstrom braucht, um die maximale Polarisation herbeizuführen, ist sehr verschieden und nimmt mit wachsender Stromdichtigkeit schnell ab.

Ausserdem ist die elektromotorische Kraft der Polarisation stark von der Temperatur abhängig; für H und CO_2 scheint sie nur wenig von dem Werthe für Luft abzuweichen. Die höchste bisher beobachtete elektromotorische Kraft der Polarisation an Platinelektroden beträgt für Luft etwa 0.5 Volt.

Auch bei Goldelektroden von gleichen Dimensionen wie die früher benutzten Platinelektroden gelang es, die elektrische Leitung durch Luft, CO_2 und H und die Polarisation nachzuweisen. Dabei ergaben sich zum Theil sehr beträchtliche quantitative Unterschiede gegen die Versuche mit Platin. Überall ist die elektromotorische Kraft der Polarisation bei Gold erheblich geringer als bei Platin; auch die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze scheinen viel geringer zu sein.

Das Vorhandensein der galvanischen Polarisation bei einem elektrischen Leitungsvorgange gilt allgemein als sicherer Beweis dafür, dass es sich um einen elektrolytischen Vorgang handelt. Die einfachste Erklärung der oben beschriebenen Erscheinungen besteht daher in der Annahme, dass die heissen Gase — und wohl ebenso die Gase überhaupt — gleich den Flüssigkeiten als elektrolytische Leiter zu betrachten sind. Diese Annahme erklärt alle beobachteten Erscheinungen ungezwungen. Sie wird gestützt durch die auffallende Ähnlichkeit, welche die beschriebenen Vorgänge mit den bei der Elektricitätsleitung durch schwach leitende verdünnte Lösungen beobachteten Erscheinungen[1] besitzen. Das Auftreten der Polarisation auch bei elementaren Gasen, Luft und H, drängt zu der Annahme, dass durch den elektrischen Strom z. B. ein H-Molecül in ein positiv und ein negativ geladenes H-Ion zerfällt, bez. dass diese Ionen schon im gasförmigen H bei den Bedingungen, unter denen er leitet, vorhanden sind. Diese Annahme ist in Übereinstimmung mit einer von H. von Helmholtz[2] ausgesprochenen Hypothese.

---

[1] Kohlrausch und Heydweiller, Wied. Ann. **54**. S. 385. 1895. Warburg, ibid. S. 396.

[2] H. von Helmholtz, Vorträge und Reden. Bd. 2. S. 297. 1884.

Ergebnisse einer Untersuchung des Gastrulationsprocesses der Eidechse (Lacerta).

Von Prof. L. Will
in Rostock.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze.)

Nachdem ich für den Gecko[1] und die Sumpfschildkröte[2] einen Gastrulationsprocess nachgewiesen hatte, der sich in jeder Beziehung eng an den der Amphibien anschliesst und gleichzeitig eine vermittelnde Stellung zu der Keimblattbildung der höheren Amnioten einnimmt, war mein Bemühen zunächst darauf gerichtet, die Keimblattbildung auch bei der Eidechse aus eigener Anschauung kennen zu lernen, als demjenigen Objecte, welches unserer bisherigen Kenntniss des Gastrulationsprocesses der Reptilien fast ausschliesslich zu Grunde gelegen hat. Die vorhandene Litteratur gibt nun über den Vorgang der Einstülpung sowie des Durchbruchs des Urdarms völlig befriedigende Auskunft, ist jedoch, namentlich in Folge der abweichenden Angaben Hoffmann's[3], nicht im Stande, uns auch über das Auftreten und die Beschaffenheit der Primitivplatte auf den ersten Entwickelungsstadien aufzuklären. Ganz unbearbeitet aber blieben bisher jene Vorgänge, welche zur Bildung der Primitivrinne und zur schliesslichen Überwachsung der Primitivplatte führen. Die Untersuchung hatte daher den Schwerpunkt auf die Klarstellung der angedeuteten Punkte zu legen, ausserdem aber galt es noch eine andere Frage zu beantworten.

Beim Gecko sowohl als auch bei der Schildkröte konnte ich nachweisen, dass die gesammte Chorda und das ganze gastrale Mesoderm

[1] L. Will. Bericht über Studien zur Entwickelungsgeschichte von *Platydactylus mauritanicus*, in: Sitzungsber. der Preuss. Akad. der Wiss., Berlin 1889. — Zur Entwickelungsgeschichte des Geckos, in: Biol. Centralbl. 1890. — Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. 1. Die Anlage der Keimblätter beim Gecko, in: Zool. Jahrb. Anat. Abth. Bd. VI. 1892.

[2] L. Will. Zur Kenntniss der Schildkrötengastrula, in: Biol. Centralbl. 1892. — Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. 2. Die Anlage der Keimblätter bei der menorquinischen Sumpfschildkröte, in: Zool. Jahrb. Anat. Abth. Bd. VI. 1893.

[3] C. K. Hoffmann, Reptilien, in: Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches. Bd. 6. 3. Abth. 1890.

aus der Urdarmeinstülpung hervorgehen, die bei beiden Reptilienformen einen sehr ansehnlichen Umfang besitzt. Von der Eidechse aber wissen wir sowohl aus den Arbeiten älterer Autoren sowie einer neueren Mittheilung Wenckebach's[1], dass hier die Gastrulaeinstülpung in Bezug auf Ausdehnung weit hinter der der vorhin erwähnten Reptilien zurückbleibt. Es erhebt sich daher die Frage: reicht diese kurze Urdarmeinstülpung der Eidechse dennoch aus, um der ganzen Chorda, dem gesammten Mesoderm den Ursprung zu geben, oder wenn nicht, welche Anlagen werden alsdann mit zur Bildung von Chorda und Mesoderm herangezogen?

Das Untersuchungsmaterial, bestehend aus Embryonen von *Lacerta muralis, Lac. lilfordi* und *Lac. viridis,* stammt zu einem grossen Theil von einer Reise nach Menorca, die ich im Sommer 1890 mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zum Studium der Gecko-Entwickelung unternahm. Dieser Stamm meiner Embryonensammlung wurde sodann in vier auf einander folgenden Sommern durch Material ergänzt, das ich aus Bozen und Württemberg bezog.

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich in folgender Weise zusammenfassen.

Der Gastrulationsprocess verläuft, wie auch bei anderen Reptilien, unter einer engen Verbindung von Epibolie und Embolie. Die Epibolie setzt zuerst ein und führt zur Anlage der beiden primären Keimblätter und der Primitivplatte. Letztere, welche den Blastoporus dieser epibolischen Gastrula darstellt, besteht aus einem entodermalen Zellenmaterial, das nach unten von Anfang an mit dem blattartigen Entoderm in Verbindung steht.

Das Entoderm stellt demnach anfangs ein völlig einheitliches Keimblatt dar, das sich jedoch schon vor dem Eintritt der Invagination, also bedeutend früher wie beim Gecko, in ein primäres Entoderm oder Urdarmblatt und ein secundäres Entoderm und Dotterblatt scheidet. Das Urdarmblatt wird von der Primitivplatte und dem später von derselben ausgehenden Kopffortsatz repraesentirt, während das Dotterblatt als einfache Zellschicht unter der ganzen Embryonalanlage hinwegzieht, wie ich das für den Gecko und die Schildkröte beschrieben habe.

Auch der Dotter ist als ein Theil des Entoderms anzusehen, dessen Verbindung mit dem übrigen Entoderm noch einige Zeit hindurch durch den Process der Nachfurchung vermittelt, mit dem Aufhören des letztern aber allmählich aufgehoben wird, abgesehen

[1] K. F. Wenckebach. Der Gastrulationsprocess bei *Lacerta agilis.* Anat. Anz. 1891.

von der Region des Keimwalls. In Folge des frühern Auftretens der subgerminalen Höhle ist jedoch die Verbindung von Dotter und blattartigem Entoderm bei der Eidechse schon während der Differenzirung der primären Keimblätter keine so innige mehr, wie das noch auf den späteren Stadien beim Gecko und der Schildkröte der Fall ist.

Der Process der Nachfurchung wird durch die in den oberflächlichen Schichten des Dotters zahlreich vorhandenen Kerne (plasmaarme und plasmareiche) unterhalten, welche ich als Dotterkerne bezeichne. Dieselben vermehren sich, wie ich mit Sicherheit nachweisen konnte, durch mitotische Theilung, bis die nicht zur Bildung von Nachfurchungszellen verbrauchten nach Aufhören des Nachfurchungsprocesses allmählich der Degeneration anheim fallen. Über die Herkunft der Dotterkerne kann ich zur Zeit positive Angaben noch nicht machen, doch hat sich weder aus ihrem Bau nach auch ihrer Function irgend ein Grund ergeben, an der üblichen Ableitung von gewöhnlichen Furchungskernen zu zweifeln. Die Nachfurchungszellen gehen keineswegs für den Keim verloren, sondern sie treten in grosser Zahl während des ersten und zweiten Stadiums der Gastrulation in den Verband der Keimblätter, speciell des Entoderms, ein. Nur ein verhältnissmässig kleiner Theil derselben scheint allerdings den Anschluss nicht zu erreichen und innerhalb der subgerminalen Höhle zu zerfallen.

Wie beim Gecko und der Schildkröte erfährt auch bei der Eidechse die Primitivplatte in der Zeit vor dem Auftreten der Invagination eine Verlagerung: anfangs hinter dem Embryonalschild gelegen, rückt sie sehr bald in diesen hinein, sodass sie alsdann seitlich und vorne vom hohen Ektoderm des Schildes umfasst wird. Diese Erscheinung lässt sich auch hier zurückführen, einerseits auf die Zellvermehrungen innerhalb der Primitivplatte selbst, andererseits auf die fortdauernde Überwachsung der Primitivplatte von Seiten des Ektoderms, doch ist es mir in dieser kurzen Mittheilung nicht gut möglich, die Wirkung, welche beide Vorgänge auf die Lage der Primitivplatte ausüben, genauer darzulegen.

Sehr bald tritt zu der Epibolie, welche den Gastrulationsprocess zunächst allein einleitet, die Embolie hinzu, welche zur Einstülpung des Zellenmaterials der Primitivplatte und zur Bildung eines hohlen nach vorne gerichteten Urdarms führt, dem anfangs die Bildung eines kurzen soliden Kopffortsatzes voraufgeht.

Der Durchbruch des Urdarms in den subgerminalen Raum erfolgt bei der Eidechse jedoch bereits, bevor derselbe seine definitive Länge erreicht hat. In dem von mir beobachteten Stadium mit r

völlig intactem Urdarm maass das Lumen desselben von der vorderen Urmundlippe an bis zur Spitze 0mm.6 (gegenüber 1mm.08 beim Gecko), doch weisen Beobachtungen anderer Autoren (Wenckebach) darauf hin, dass der Durchbruch in manchen Fällen noch etwas früher erfolgt. Durch sorgfältige Messungen, deren Methode an anderm Orte ausführlich dargelegt werden soll, gelang mir jedoch der wichtige Nachweis, dass die dorsale Urdarmwand bei der Eidechse nach dem Durchbruch und dem damit verbundenen Schwunde der unteren Urdarmwand genau in derselben Weise weiter wächst, wie das vor dem Durchbruch der Fall war, so dass in Folge dessen die Ausdehnung des primären Entoderms der oberen Urdarmwand einige Zeit nach dem Durchbruch annähernd dieselbe ist, wie beim Gecko und der Sumpfschildkröte. Die obere Urdarmwand reicht nach beendetem Wachsthum ziemlich bis an den vordern Schildrand, in der Breite bleibt sie nahe der Urdarmspitze ebenfalls wenig hinter der Breite des Schildes zurück. Daraus ergibt sich, dass auch bei der Eidechse trotz des beim Durchbruch wenig umfangreichen Urdarmlumens aus dem primären Entoderm dennoch dieselben Bildungen hervorgehen können, wie bei den früher von mir untersuchten Reptilien.

Entsprechend dem weit geringern Umfange des Urdarmlumens im Augenblicke des Durchbruchs, erfolgt der letztere nicht unter so auffallenden Bildern wie beim Gecko und der Schildkröte. Vielfach kommt es nur zu einer sich allmählich erweiternden Durchbruchsöffnung, doch beweisen die von Wenckebach und H. Virchow[1] beschriebenen Fälle, dass auch das gleichzeitige Auftreten und spätere Zusammenfliessen mehrerer Durchbruchsstellen vorkommt und somit die Form des Vorganges im Princip die gleiche ist, wie bei den übrigen Reptilien.

In Folge des Durchbruchs kommt es zu einer Vereinigung der Einstülpungshöhle mit dem subgerminalen Raum, welche nunmehr vereint die Urdarmhöhle darstellen, die von jetzt an wie bei den Selachiern ventral vom Dotter begrenzt wird. Der Eingang zum Urdarm erhält sich nach wie vor und wird zum Kupffer'schen Gange. Dieser verläuft anfangs schräg nach vorn, nimmt aber allmählich, wie bei den früher untersuchten Reptilien, eine verticale Lage an, indem die Zellen seiner unteren bez. hinteren Wandung wieder in die Primitivplatte zurückweichen. Das weitere Verhalten dieses Kanals unterscheidet sich aber insofern sehr wesentlich von dem des Geckos (und höchst wahrscheinlich auch der Schildkröte), als bei der Eidechse der Kupffer'sche Gang direct in den Canalis neurentericus übergeht,

[1] Virchow, H. Das Dotterorgan der Wirbelthiere (Fortsetzung). In: Arch. f. mikr. Anatomie Bd. 40. 1892.

während er sich beim Gecko noch vor der Ausbildung der Medullarwülste schliesst, um dann nach verschiedenen kanallosen Zwischenstadien später als eigentlicher Canalis neurentericus von neuem durchzubrechen.

Die Form der Primitivplatte unterscheidet sich von Anfang an von derjenigen des Geckos und der Sumpfschildkröte, indem ihr die ausgedehnten Seitenflügel der letzteren fehlen und daher die Breitenausdehnung die Länge der Primitivplatte kaum oder nur ganz unbedeutend überwiegt. Von einer so ausgeprägten Sichelgestalt der letzteren als Ausgangsform kann demnach bei der Eidechse nicht gesprochen werden. Während ferner bei den soeben erwähnten Reptilien ein ausgesprochenes Längenwachsthum der ektodermfreien Oberfläche der Primitivplatte nachzuweisen war, bleiben sich bei der Eidechse die Längen- und Breitendimensionen derselben von Anfang an bis nach dem vollendeten Urdarmdurchbruch annähernd gleich. Dieses Unterbleiben der Längenzunahme der Primitivplatte der Eidechse ist jedoch nur ein scheinbares. In Wirklichkeit findet hier eine ebenso rege Zellenvermehrung innerhalb der Primitivplatte statt, wie bei anderen Reptilien; während bei diesen jedoch die Epibolie hinter der Massenzunahme der Primitivplatte zurückbleibt, halten beide Vorgänge bei jenen annähernd gleichen Schritt. So muss bei ersteren eine Verlängerung der frei an die Oberfläche tretenden Primitivplatte zu Stande kommen, während bei der Eidechse die ursprünglichen Dimensionen gewahrt bleiben.

Eine Breitenabnahme der Primitivplatte erfolgt erst nach dem Durchbruch des Urdarms bei der Primitivrinnenbildung in Folge einer Überwachsung vom Ektoderm von beiden Seiten her.

Von besonderm Interesse sind die Vorgänge, welche sich auf der äusseren Oberfläche der Primitivplatte abspielen und schliesslich zur Bildung einer Primitivrinne hinführen. Zwar schliessen sich diese Vorgänge eng an die entsprechenden des Geckos an, allein die Oberflächenbilder, welche nach einander durch die Formveränderungen der Urmundöffnung erzeugt werden, gleichen in unerwartet vollkommenem Maasse den Gestaltveränderungen, welche die Urmundspalte im Verlauf der Gastrulation bei den Amphibien erfährt.

Die Einstülpungsöffnung tritt in der Regel zuerst in Gestalt einer kleinen, sich allmählich erweiternden Delle auf, zuweilen aber von vorne herein in Form eines breiten queren Spaltes, der an die Sichelrinne der übrigen Reptilien erinnert. In jedem Falle aber nimmt die Urmundöffnung sehr bald die Form einer queren Spalte an, die sich nach dem Urdarmdurchbruch nach hinten krümmt. Indem sodann die beiden Schenkel dieser Spalte sich nach hinten mehr und mehr über

die gesammte Primitivplatte ausdehnen und schliesslich hinten zur Vereinigung kommen, erlangt im zwölften Entwickelungsstadium die Urmundspalte die Gestalt einer geschlossenen Ellipse. Eine gleiche Urmundform resultirt bekanntlich auch bei den Amphibien, nur dass bei diesen die Anfangs hufeisenförmig gebogene Urmundspalte sich zu einem Kreise statt zu einer Ellipse schliesst.

In Folge dieser Ausdehnung der Urmundspalte wird die Primitivplatte in zwei Zonen gegliedert, in ein Mittelfeld (Entodermpfropf), welches nach innen von der Urmundspalte gelegen und dem Dotterpfropf der Amphibien homolog ist, und ein Randfeld, welches den Urmundlippen der Amphibien entspricht. Genau die gleiche Gliederung des Primitivstreifens lässt sich an der Hand der Abbildungen Keibel's, van Beneden's und des Grafen Spee auch bei den Säugern nachweisen.

Nehmen wir an, dass zu der Zeit, wo diese Gliederung der Primitivplatte eintritt, der Durchbruch des Urdarms noch nicht erfolgt wäre, so sehen wir, dass die Urmundspalte vorne in die weite Urdarmhöhle, seitlich aber in eine mit jener zusammenhängende Spalte führt, die das prostomiale Mesoderm in ein oberes und unteres Blatt scheidet und als das Rudiment eines prostomialen Urdarmlumens aufzufassen ist. Das gesammte prostomiale Mesoderm würden wir hiernach als die Wandungen dieses rudimentär gewordenen hintern Urdarmabschnittes anzusehen haben. Die gleiche Auffassung hat natürlich auch für die bereits früher behandelten Reptilien Gültigkeit.

Die Endphase des Gastrulationsprocesses besteht in der Bildung und dem schliesslichen Schwund der Primitivrinne. Bei der Bildung derselben ist sowohl die Invagination wie die Epibolie betheiligt. Von beiden Seiten her rücken die Ektodermlippen des Blastoporus gegen die Mediane vor, wobei es gleichzeitig zu einer Invagination des Randfeldes kommt, welches vorne in die obere Urdarmwand, seitlich und hinten in das obere Blatt des prostomialen Mesoderms oder, entsprechend der vorhin gewonnenen Auffassung, in die obere Wand des rudimentär gewordenen prostomialen Urdarms übergeht. Indem sich die beiderseitigen Urmundlippen immer mehr nähern, kommt es vorübergehend zur Bildung einer medianen Rinne, der Primitivrinne, in deren Grunde man noch das Mittelfeld antrifft, zu dessen beiden Seiten die Urdarmspalte in die Primitivrinne einmündet. Kommen endlich die Urmundlippen zur Berührung und Verwachsung, so wird damit auch der letzte Rest des Mittelfeldes überwachsen und in die Tiefe gedrängt, um von der ventralen Wand des prostomialen Urdarms oder des prostomialen Mesoderms aufgenommen zu werden. Mit dem Schluss der Primitivrinne und der Ausbildung einer Verwachsungsnaht verschwindet der Primitivstreifen als solcher.

Aus dieser Schilderung geht hervor, was ich übrigens bereits in meinen früheren Arbeiten dargelegt habe, dass das Homologon des Primitivstreifens der Amnioten bei den Anamniern in dem Dotterpfropf (entsprechend dem Mittelfeld der Amnioten) plus den Blastoporuslippen (dem Randfeld entsprechend) zu suchen ist.

Wie bereits im Vorstehenden angedeutet, erfolgt die Urdarmeinstülpung nicht nur in der Region vor der Primitivplatte, sondern auch seitlich und hinter derselben (prostomialer Abschnitt des Urdarms). Während jedoch der vordere Urdarmabschnitt mit einem deutlichen Lumen ausgestattet ist, bleibt letzteres im prostomialen Abschnitt rudimentär und wird hier nur noch durch einen auf der Primitivplatte ausmündenden Spalt angedeutet.

Die Chorda entsteht auch bei der Eidechse in ganzer Ausdehnung aus der oberen Urdarmwand, und zwar im vorderen Urdarmabschnitt aus dem axialen Theil derselben, während sie im Bereich des Primitivstreifens natürlich aus der erst in einer späteren Mittheilung genauer zu schildernden Verwachsung der die Primitivrinne begrenzenden Theile der oberen Urdarmwand, mit anderen Worten, des Randfeldes hervorgehen muss.

Das Mesoderm entsteht in vollkommener Übereinstimmung mit den Verhältnissen des Geckos.

Das prostomiale Mesoderm geht aus der directen Umwandlung des gesammten prostomialen Urdarms mit Ausnahme der eben bezeichneten für die Chorda bestimmten Theile hervor, wobei die obere Urdarmwand in das parietale, die untere in das viscerale Blatt übergeht.

Das gastrale Mesoderm wird in seiner ersten Anlage von den soliden Seitenflügeln des Urdarms gebildet, die jedoch vorne als secundäre Wucherungen auftreten. Nach dem Urdarmdurchbruch tritt zu dieser ersten Anlage wie beim Gecko ein Zuwachs, der dadurch gebildet wird, dass sich an den Seitenrändern des ehemaligen Urdarmlumens eine gegen die Chorda vorwachsende Falte erhebt, durch welche die gesammte obere Urdarmwand beiderseits von der Chorda unterwachsen wird. Die unterwachsene obere Urdarmwand wird zum parietalen, das obere Blatt der Urdarmfalte selbst zum visceralen Blatt des gastralen Mesoderms.

Mit Ausschluss vielleicht der Region vor den Mesodermplatten wird kein Theil des primären Entoderms zum definitiven Darmepithel, sondern letzteres geht aus dem secundären Entoderm hervor.

Über die Gestalt der Meereswellen.

Von Dr. Willy Wien
in Charlottenburg.

(Vorgelegt von Hrn. von Bezold am 21. Februar [s. oben S. 161].)

Um die Einflüsse zu beurtheilen, die die Gestalt der Meereswellen bestimmen, können wir bei den zu Gebote stehenden Hülfsmitteln der Analyse nur eine Anzahl einzelner Fälle mit einander vergleichen, die zu verschiedenen äusseren Bedingungen als die nothwendige Verknüpfung hinführen.

Zu einer früheren Arbeit[1] habe ich zwei Ansätze durchgeführt, die beide bei constant gehaltener Wellenhöhe veränderliche Windstärken anzunehmen erlaubten und ihren Einfluss auf die Wellenform erkennen liessen. Der eine war darauf angelegt, die Näherung der Rechnung weiter zu treiben, führte aber zu sehr weitläufigen Entwickelungen, deren Durchführung zunächst nur unter der Voraussetzung gelang, dass die Wellenbewegung auch in grosser Entfernung noch nicht vollständig aufgehört hat. Ich habe inzwischen gefunden, dass diese Beschränkung unnöthig ist, und gedenke die Ergänzung der Rechnung durch die genaue Erfüllung der thatsächlichen Bedingung demnächst zu geben. Ich wurde hierdurch dazu geführt, den Einfluss der langsam oder schnell abnehmenden Wellenbewegung nach der Höhe der Luftmasse besonders zu untersuchen. Die zweite der hier ausgeführten Rechnungen behandelt den Fall, dass der Wind bereits in endlicher Entfernung von der wogenden Fläche vollkommen horizontal verlaufe.

Die erste stützt sich auf eine conforme Abbildung der Lemniskate auf den Kreis, deren Kenntniss ich Hrn. Prof. H. A. Schwarz verdanke. Sie bietet eine Ergänzung der Abbildung durch elliptische Coordinaten. Durch Vergleichung der Ergebnisse beider können wir den Einfluss der Geschwindigkeit der Wellen und der Luft getrennt bestimmen, indem wir die Wellenhöhe und eine der beiden Geschwindigkeiten vorschreiben und dann aus jedem System im allge-

[1] Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. vom 14. Juni 1894.

meinen einen anderen Werth der zweiten Geschwindigkeit ableiten. Diese Verschiedenheit bedingt dann die gleichzeitig sich ergebenden Unterschiede der Wellenform. Als Grenzbedingung soll festgesetzt werden, dass die Flüssigkeiten zwischen zwei horizontalen Wänden strömen und dass die Trennungslinie Strömungslinie für beide Flüssigkeiten ist. Diese Bedingung muss mathematisch genau erfüllt werden, weil das Übereinandergreifen beider Flüssigkeiten, also das gleichzeitige Vorhandensein beider an bestimmten Stellen des Raums, unendliche Druckkräfte hervorrufen müsste. Die Bedingung der Gleichheit des Drucks an der Oberfläche soll dagegen nach dem Vorgange von Helmholtz durch Herstellung convergenter Reihen erfüllt werden, in denen die Coefficienten der ersten Glieder zum Verschwinden gebracht werden. Es mag daher eine Untersuchung über die Genauigkeit der Rechnung vorangehen. Die verticale Coordinate bezeichnen wir mit x, die horizontale mit y, die Beschleunigung durch die Schwere mit g, die Dichtigkeit mit s, mit ϕ das Geschwindigkeitspotential, mit ψ die Function, die, einer Constanten gleich gesetzt, die Stromlinien angibt und die wir als Strömungsfunction bezeichnen wollen.

Der Index 1 bezieht sich immer auf die Ebene, 2 auf die untere Flüssigkeit.

Es werden nun $x+iy$ und $\psi+i\phi$ als Functionen von $\vartheta+i\eta$ betrachtet, wo $\eta=h$ die Gleichung der Oberfläche ist. Den hydrodynamischen Gleichungen ist hiermit genügt, und es muss noch an der Oberfläche ψ constant sein, und dort, wo die constante horizontale Strömung stattfinden soll, muss $\frac{\partial\psi}{\partial x}$ constant sein.

Die Druckgleichung lautet

$$\text{const} = (s_1-s_2)gx + \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial n}\right)^2\frac{s_1}{2} - \left(\frac{\partial\psi_2}{\partial n}\right)^2\frac{s_2}{2}$$

wo n die Normale bezeichnet. Ferner ist

$$\left(\frac{\partial\psi}{\partial n}\right)^2 = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)^2 = \frac{\left(\frac{\partial\psi}{\partial\eta}\right)^2}{\left(\frac{\partial x}{\partial\eta}\right)^2+\left(\frac{\partial y}{\partial\eta}\right)^2}$$

also

$$C\left(\left(\frac{\partial x}{\partial\eta}\right)^2+\left(\frac{\partial y}{\partial\eta}\right)^2\right) = (s_1-s_2)gx\left(\left(\frac{\partial x}{\partial\eta}\right)^2+\left(\frac{\partial y}{\partial\eta}\right)^2\right) + \frac{s_1}{2}\left(\frac{\partial\psi_1}{\partial\eta}\right)^2 - \frac{s_2}{2}\left(\frac{\partial\psi_2}{\partial\eta}\right)^2.$$

Bei der lemniskatischen Abbildung gelten an der Oberfläche auf beiden Seiten andere Werthe von $\frac{\partial x}{\partial\eta}$ und von $\frac{\partial y}{\partial\eta}$. Daher müssen zwei Nenner fortgeschafft werden, wodurch die Genauigkeit der Rechnung

aber nicht beeinträchtigt wird. Bei allen anderen zur Behandlung kommenden Abbildungen haben x, y, $\frac{\partial x}{\partial \eta}$, $\frac{\partial y}{\partial \eta}$ auf beiden Seiten dieselben Werthe.

Ebenso, wie in meiner früheren Arbeit, hängt $x+yi$ mit der Variabeln $\sigma+\tau i$ durch die Gleichung

$$e^{n(x+iy)} = \sigma + \tau i$$

zusammen, so dass einer geschlossenen Curve im Gebiet der $\sigma+\tau i$ eine Wellenlinie in der Ebene xy entspricht. Die Wellenlänge ist $\lambda = \frac{2\pi}{n}$. Der Zusammenhang zwischen $\sigma+\tau i$ und $\vartheta+i\eta$ ist nun im allgemeinen auch nicht durch eine ganze rationale Function darstellbar. Um die Druckgleichung zu erfüllen, muss diese Beziehung auch durch eine Reihenentwickelung dargestellt werden. Diese Reihe convergirt aber immer stärker als die Reihe

$$n(x+iy) = \log(\sigma+\tau i) = \log(1+u) + F(\vartheta+i\eta) = F(\vartheta+i\eta) + u - \tfrac{1}{2}u^2 \cdots$$

wo F eine lineare Function von $\vartheta+i\eta$ bezeichnet. Die logarithmische Reihe gibt für die Genauigkeit der Rechnung den Ausschlag. In den meisten Fällen lässt sich nx auf die Form bringen

$$nx = \text{const} + \eta + \mathfrak{A}_1 e^{-\eta}\cos\vartheta + \frac{\mathfrak{A}_2}{2} e^{-2\eta}\cos 2\vartheta + \cdots$$
$$+ \mathfrak{B}_1 e^{\eta}\cos\vartheta + \frac{\mathfrak{B}_2}{2} e^{2\eta}\cos 2\vartheta + \cdots$$
$$ny = \text{const} - \vartheta + \mathfrak{A}_1 e^{-\eta}\sin\vartheta + \frac{\mathfrak{A}_2}{2} e^{-2\eta}\sin 2\vartheta + \cdots$$
$$- \mathfrak{B}_1 e^{\eta}\sin\vartheta - \frac{\mathfrak{B}_2}{2} e^{2\eta}\sin 2\vartheta - \cdots$$

Ferner setzen wir

$$\frac{\psi_2 + i\phi_2}{b_2} = -n(x+iy) + \mathfrak{A}_1 e^{-h}\frac{\cos(\vartheta+\eta i)}{\cos hi} + \frac{\mathfrak{A}_2}{2} e^{-2h}\frac{\cos 2(\vartheta+\eta i)}{\cos 2hi} \cdots$$
$$+ \mathfrak{B}_1 e^{h}\frac{\cos(\vartheta+\eta i)}{\cos hi} + \frac{\mathfrak{B}_2}{2} e^{2h}\frac{\cos 2\vartheta}{\cos 2hi} \cdots$$

also

$$\frac{\psi_2}{b_2} = -nx_2 + \mathfrak{A}_1 e^{-h}\frac{\cos\vartheta\cos\eta i}{\cos hi} + \frac{\mathfrak{A}_2}{2} e^{-2h}\frac{\cos 2\vartheta\cos 2\eta i}{\cos 2hi} \cdots$$
$$+ \mathfrak{B}_1 e^{h}\frac{\cos\vartheta\cos\eta i}{\cos hi} + \frac{\mathfrak{B}_2}{2} e^{2h}\frac{\cos 2\vartheta\cos 2\eta i}{\cos 2hi} \cdots$$

Für $\eta = h$ wird $\psi_2 = 0$, die Bedingung ist für die Oberfläche erfüllt, wenn dort $\eta = h$ wird. Ferner wird

$$\frac{1}{b_2}\frac{\partial\psi_2}{\partial\eta} = -1 + \mathfrak{A}_1\frac{\cos\vartheta}{\cos hi} + \mathfrak{A}_2\frac{\cos 2\vartheta}{\cos 2hi} + \mathfrak{A}_3\frac{\cos 3\vartheta}{\cos 3hi} \cdots$$
$$- \mathfrak{B}_1\frac{\cos\vartheta}{\cos hi} - \mathfrak{B}_2\frac{\cos 2\vartheta}{\cos 2hi} - \cdots$$

$\frac{\psi_1 + i\phi_1}{b_1}$ ist in den hier behandelten Fällen eine lineare Function von $\vartheta + i\eta$.

Für die in der Praxis allein in Betracht kommenden Fälle, nämlich wenn die Strömung der Luft nicht sehr grosse Werthe annimmt, sind die grössten Glieder in der Druckgleichung $C\left[\left(\frac{\partial x}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)^2\right]$ und $\frac{s_2}{2}\left(\frac{\partial \psi_2}{\partial \eta}\right)^2$. Nun hat h immer einen positiven Werth. Die $\mathfrak{B}$ sind daher stets erheblich kleiner als die $\mathfrak{A}$. Wird also das Glied mit $\cos 3\vartheta$ vernachlässigt, so entscheidet die Grösse der Glieder

$$\frac{2\mathfrak{A}_3}{\cos 3hi} + \frac{\mathfrak{A}_1 \mathfrak{A}_2}{\cos hi \cos 2hi}, \quad 2(\mathfrak{A}_3 - \mathfrak{B}_3)e^{-3h} + (\mathfrak{A}_1 e^{-h} - \mathfrak{B}_1 e^{h})(\mathfrak{A}_2 e^{-2h} - \mathfrak{B}_2 e^{2h})$$

im Vergleich zur Einheit über die Genauigkeit der Rechnung. In den gegebenen Beispielen liegt die Genauigkeit zwischen 1 und 2 Procent im Werthe der Wellengeschwindigkeit. Dabei ist die Genauigkeit der Rechnung für die lemniskatische Abbildung durchschnittlich dreimal geringer als bei den anderen, weil die Coefficienten eine sehr unsymmetrische Gestalt haben.

1.

Es sei $\sigma + \tau i = Z = \sqrt{w+1}$.

Die Riemann'sche Fläche der complexen Variabeln w ist zweiblättrig mit einem Verzweigungspunkte $w = -1$ und einem $w = \infty$. Den Kreisen in der w-Ebene entsprechen Lemniskaten in der Z-Ebene. Dem untern Blatte entsprechen die negativen Theile der Z-Ebene, dem obern die positiven. Da Z eine einwerthige Function von w sein muss, so muss w weiter so abgebildet werden, dass den beiden Blättern ein Blatt entspricht, ohne dass die Beziehung zwischen Lemniskaten und Kreisen zu gelten aufhört. Durch die Abbildung

$$\zeta = \frac{w+1}{w+a^4}$$

wird zunächst der erste Verzweigungspunkt in den Mittelpunkt $\zeta = 0$ des Kreises der ζ-Ebene gelegt, da den Kreisen der w-Ebene wieder Kreise der ζ-Ebene entsprechen. Setzen wir dann

$$\mathfrak{z} = \sqrt{\zeta},$$

so entspricht den beiden Blättern der ζ-Ebene ein Blatt der $\mathfrak{z}$-Ebene. Den Kreisen der ζ-Ebene entsprechen wieder Kreise der $\mathfrak{z}$-Ebene.

Durch die Gleichung $\mathfrak{z} = e^{i(\vartheta + i\eta)}$ wird erreicht, dass der Geraden $\eta = \text{const}$ ein unendlich oft wiederholter Umlauf des Kreises in der ζ-Ebene entspricht.

Diese Abbildung gilt aber nur für das Innere, nicht für das Äussere der Kreise und Lemniskaten, die nicht über ein bestimmtes Gebiet hinausgehen. Es entspricht nämlich das Blatt der Z-Ebene und das der $\mathfrak{z}$-Ebene demselben Doppelblatt der w-Ebene mit dem Verzweigungspunkt -1. Aber der zweite Verzweigungspunkt liegt für $\mathfrak{z}$ bei $w=-a^4$, für Z bei $w=\infty$. Also sind die Blätter der w-Ebene ausserhalb des Kreises $w=-a^4$ nicht mehr für $\mathfrak{z}$ und Z identisch und es kann demnach auch nicht Z auf $\mathfrak{z}$ hierdurch abgebildet werden.

Wir begrenzen somit das abzubildende Gebiet auf das Innere des Kreises der w-Ebene, dessen Radius gleich a^2 ist, und wählen für die Abbildung des äussern Gebiets die Beziehungen

$$w=Z^2-1 \qquad \mathfrak{z}=\frac{1}{a^2}\sqrt{w}.$$

Kreisen der w-Ebene entsprechen Kreise der $\mathfrak{z}$-Ebene. Der innere Verzweigungspunkt liegt für Z bei $w=-1$, für $\mathfrak{z}$ bei $w=0$, also sind die Blätter hier innen nicht identisch. Dagegen liegt der äussere Verzweigungspunkt für beide bei $w=\infty$.

Im Folgenden soll sich immer der Index 2 auf den innern, der Index 1 auf den äussern Raum beziehen.

Wir haben dann zu setzen

$$Z_2=\sigma_2+\tau_2 i=e^{i(\vartheta+\eta i)}\sqrt{\frac{a^4-1}{1-e^{2i(\vartheta+\eta i)}}}=(X_2+Y_2 i)\sqrt{\frac{a^4-1}{1-(X_2+Y_2 i)^2}}.$$

Hieraus ergibt sich folgende Gleichung

$$(X_2^2+Y_2^2)^2=\frac{(\sigma_2^2+\tau_2^2)^2}{(\sigma_2^2+\tau_2^2)^2+2(a^4-1)(\sigma_2^2-\tau_2^2)+(a^4-1)^2}.$$

Ferner

$$\sigma_1+\tau_1 i=\sqrt{a^4e^{2i(\vartheta+\eta i)}+1}=\sqrt{a^4(X_1+Y_1 i)^2+1}$$
$$(\sigma_1^2+\tau_1^2)^2-2(\sigma_1^2-\tau_1^2)+1=a^8(X_1^2+Y_1^2)^2.$$

Für $X_1^2+Y_1^2=X_2^2+Y_2^2=\frac{1}{a^2}$ gehen beide Gleichungen über in

$$(\sigma^2+\tau^2)^2-2(\sigma^2-\tau^2)+1-a^4=0,$$

die Gleichung der Lemniskate, der Grenzcurve beider Abbildungen.

Da $X+Yi=e^{i(\vartheta+i\eta)}$ ist, so folgt $X^2+Y^2=e^{-2\eta}$ und für die Grenze $e^{-2h}=\frac{1}{a^2}$, also $a=e^h$.

Wir verschieben nun in der $\sigma\tau$-Ebene das Coordinatensystem in der σ-Axe um die Strecke e^{-l}. Die Beziehung zwischen der $\sigma\tau$-Ebene und der Ebene der xy, in der die Wellenform abgebildet werden soll, wird wieder durch die Gleichung

$$e^{\mu(x+iy)}=\sigma+\tau i$$

vermittelt.

Wir können dann setzen

$$n(x_2+y_2 i) = \text{const} + \log\left[e^{i(\vartheta+\eta i)} - \frac{e^{-l}\sqrt{1-e^{2i(\vartheta+\eta i)}}}{\sqrt{e^{4h}-1}}\right] - \tfrac{1}{2}\log\left(1-e^{2i(\vartheta+\eta i)}\right).$$

Dem Werthe $x_2 = -\infty$ entspricht $\sigma_2+\tau_2 i = 0$.

Das innere Gebiet der Lemniskate liegt zwischen den Werthen $\eta=\infty$ und $\eta = h$. Wir entwickeln nun

$$n(x_2+y_2 i) = \text{const} + i\vartheta - \eta - \frac{e^{-i\vartheta+\eta-l}}{\sqrt{e^{4h}-1}} - \frac{1}{2}\frac{e^{-2i\vartheta+2\eta-2l}}{e^{4h}-1} - \frac{1}{3}\frac{e^{-3i\vartheta+3\eta-3l}}{(\sqrt{e^{4h}-1})^3}\cdots$$
$$+\frac{1}{2}\frac{e^{i\vartheta-\eta-l}}{\sqrt{e^{4h}-1}}\cdots + \tfrac{1}{2}e^{2i(\vartheta+\eta i)}\cdots$$

Die Reihe convergirt für positive l und $\eta = h$, ebenso convergiren die Reihen $\frac{\partial x_2}{\partial\eta}$ und $\frac{\partial y_2}{\partial\eta}$ für $\eta = h > 0$.

Weiter setzen wir

$$\frac{\psi_2+i\varphi_2}{b_2} = \text{const} + n(x_2+y_2 i) + \frac{e^{i\vartheta-\eta-l+2h}}{\sqrt{e^{4h}-1}} + \frac{1}{2}\frac{e^{2i\vartheta-2\eta-2l+4h}}{(e^{4h}-1)} + \frac{1}{3}\frac{e^{3i\vartheta-3\eta-3l+6h}}{(\sqrt{e^{4h}-1})^3}\cdots$$
$$-\frac{1}{2}\frac{e^{i\vartheta-\eta-l}}{\sqrt{e^{4h}-1}}\cdots - \tfrac{1}{2}e^{2i(\vartheta+\eta i)}\cdots$$

Diese Reihen convergiren für jeden positiven Werth von l und $\eta > h$. Für $x_2 = -\infty$ wird

$$\frac{\psi_2}{b_2} = \text{const} + n x_2 \qquad \frac{\partial\psi_2}{\partial x_2} = n b_2 = a_2.$$

Im Unendlichen strömt die Flüssigkeit geradlinig mit der Geschwindigkeit $n b_2$.

Wir schreiben nun

$$\frac{\psi_2}{b_2} = \text{const} - \eta + \frac{e^{-\eta-l+2h}}{\sqrt{e^{4h}-1}}\cos\vartheta + \frac{1}{2}\frac{e^{-2\eta-2l+4h}\cos 2\vartheta}{(e^{4h}-1)} + \cdots - \frac{e^{\eta-l}}{\sqrt{e^{4h}-1}}\cos\vartheta$$
$$-\frac{1}{2}\frac{e^{2\eta-2l}}{(e^{4h}-1)}\cos 2\vartheta - \cdots$$

Für $\eta = h$ wird ψ_2 constant, wie wir oben gesehen haben.

Für den äussern Raum haben wir zu setzen

$$n(x_1+y_1 i) = \log\left[\sqrt{e^{4h+2i\vartheta-2\eta}+1} - e^{-l}\right]$$
$$= \text{const} + i\vartheta - \eta + \log\left[\sqrt{1+e^{-2i\vartheta+2\eta-4h}} - e^{-l-i\vartheta+\eta-2h}\right]$$
$$= \text{const} + i\vartheta - \eta + \tfrac{1}{2}e^{-2i\vartheta+2\eta-4h}\cdots + \tfrac{1}{2}e^{-3i\vartheta-l+3\eta-6h} + \cdots - e^{-i\vartheta+\eta-l-2h}$$
$$-\tfrac{1}{2}e^{-2i\vartheta+2\eta-4h-2l} - \tfrac{1}{3}e^{-3i\vartheta+3\eta-3l-6h}.$$

Die Reihe convergirt für positive l und $\eta = h > 0$.

Für $\eta = -\infty$ wird $n(x_1+iy_1) = \text{const} + \log(e^{i\vartheta-\eta}) = \text{const} + i\vartheta - \eta$.

Wir setzen

$$-\frac{\psi_1+i\varphi_1}{b_1} = \text{const} + i\vartheta - \eta,$$

dann wird für $\eta = -\infty$ $n x_1 = -\eta = -\frac{\psi_1}{b_1}$, $\frac{\partial\psi_1}{\partial x_1} = -n b_1 = -a_1$.

Die obere Flüssigkeit strömt mit der Geschwindigkeit nb_1 im Unendlichen in entgegengesetzter Richtung wie die untere. Für $\eta = h$ ist auch ψ_1 constant.

Wir schreiten nun zur Erfüllung der Druckgleichung und bilden

$$n\frac{\partial x_2}{\partial \eta}_{\eta=h} = -1 - e^{-h-l}\cos\vartheta - (e^{-2h-2l} + e^{-2h})\cos 2\vartheta$$

$$n\frac{\partial y_2}{\partial \eta}_{\eta=h} = e^{-h-l}\sin\vartheta + (e^{-2h-2l} - e^{-2h})\sin 2\vartheta$$

$$x_{1_{\eta=h}} = x_{2_{\eta=h}} = \text{const} - e^{-h-l}\cos\vartheta - \tfrac{1}{2}(e^{-2h-2l} - e^{-2h})\cos 2\vartheta$$

Ferner

$$n^2\left[\left(\frac{\partial x_1}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y_1}{\partial \eta}\right)^2\right]_{\eta=h} = 1 + 2e^{-h-l}\cos\vartheta + 2e^{-2h}(e^{-2l} - 1)\cos 2\vartheta + e^{-2h-2l}$$

$$n^2\left[\left(\frac{\partial x_2}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y_2}{\partial \eta}\right)^2\right]_{\eta=h} = 1 + 2e^{-h-l}\cos\vartheta + 2e^{-2h}(e^{-2l} + 1)\cos 2\vartheta + e^{-2h-2l}$$

$$\left(\frac{\partial \psi_2}{\partial \eta}\right)^2_{\eta=h} = 1 + 4\left[e^{-h-l}\cos\vartheta + \tfrac{3}{2}e^{-2h-2l}\cos 2\vartheta + \tfrac{1}{2}e^{-2h-2l}\right].$$

Zur Abkürzung setzen wir wieder

$$\frac{s_1 a_1^2 n}{g(s_2 - s_1)} = \mathfrak{P}, \quad \frac{s_2 a_2^2 n}{g(s_2 - s_1)} = \mathfrak{Q}.$$

Die Druckgleichung wird

$$\text{const} = -e^{-h-l}\cos\vartheta - \tfrac{1}{2}(e^{-2h-2l} - e^{-2h})\cos 2\vartheta - \frac{\tfrac{1}{2}\mathfrak{P}}{1 + 2e^{-h-l}\cos\vartheta + 2(e^{-2l} - 1)e^{-2h}\cos 2\vartheta + e^{-2h-2l}}$$
$$+ \tfrac{1}{2}\mathfrak{Q}\cdot\frac{1 + 4\left[e^{-h-l}\cos\vartheta + \tfrac{3}{2}e^{-2h-l}\cos 2\vartheta + \tfrac{1}{2}e^{-2h-2l}\right]}{1 + 2e^{-h-l}\cos\vartheta + 2(e^{-2l} + 1)e^{-2h}\cos 2\vartheta + e^{-2h-2l}}$$

Oder nach Fortschaffung der Nenner

$$C\left[1 + 4e^{-h-l}\cos\vartheta + 6e^{-2h-2l}\cos 2\vartheta + 4e^{-2h-2l}\right]$$
$$= -e^{-h-l}\cos\vartheta - \tfrac{1}{2}e^{-2h}(5e^{-2l} - 1)\cos 2\vartheta - 2e^{-2h-2l}$$
$$- \tfrac{1}{2}\mathfrak{P}\left[1 + 2e^{-h-l}\cos\vartheta + 2(e^{-2l} + 1)e^{-2h}\cos 2\vartheta + e^{-2h-2l}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{2}\mathfrak{Q}\left[1 + 6e^{-h-l}\cos\vartheta + (12e^{-2l} - 2)e^{-2h}\cos 2\vartheta + 7e^{-2h-2l}\right]$$

Wir bringen diese Gleichung auf die Form

$$A_0 + A_1\cos\vartheta + A\cos 2\vartheta = 0,$$

setzen die Coefficienten einzeln gleich Null und erhalten folgende drei Gleichungen:

$$C(1 + 4e^{-2h-2l}) = -2e^{-2h-2l} - \tfrac{1}{2}\mathfrak{P}(1 + e^{-2h-2l}) + \tfrac{1}{2}\mathfrak{Q}(1 + 7e^{-2h-2l}),$$

$$4C = -1 - \mathfrak{P} + 3\mathfrak{Q},$$

$$6Ce^{-2h-2l} = -\tfrac{5}{2}e^{-2h-2l} + \frac{e^{-2h}}{2} - \mathfrak{P}(e^{-2h-2l} + e^{-2h}) + \mathfrak{Q}(6e^{-2h-2l} - e^{-2h}).$$

Wir setzen $e^{-2h} = \alpha$ $e^{-2l} = \beta$ und eliminiren C.

Es ergibt sich

(1.) $4\alpha\beta - 1 + (\mathfrak{P} + \mathfrak{Q})(1 - 2\alpha\beta) = 0$

(2.) $2\beta - 1 - \mathfrak{P}(\beta - 2) - \mathfrak{Q}(3\beta - 2) = 0$

$$\mathfrak{Q} = \frac{1 - 6\alpha\beta + \beta}{2\beta(1 - 2\alpha\beta)}.$$

Die Wellenhöhe ist

$$H = \frac{\lambda}{2\pi}\log\frac{\sqrt{e^{2h+2l}+e^{2l}}+1}{\sqrt{e^{2h+2l}+e^{2l}}-1} = \frac{\lambda}{2\pi}\log\frac{\sqrt{\frac{1}{\alpha\beta}+\frac{1}{\beta}}+1}{\sqrt{\frac{1}{\alpha\beta}+\frac{1}{\beta}}-1}.$$

Wenn die Wellenhöhe für verschiedene Wellenformen dieselbe sein soll, so muss

$$\frac{1}{\beta}+\frac{1}{\alpha\beta} = \frac{2(2-(\mathfrak{P}+\mathfrak{Q}))}{1-(\mathfrak{P}+\mathfrak{Q})} + \frac{2-\mathfrak{P}-3\mathfrak{Q}}{1-2(\mathfrak{P}+\mathfrak{Q})}$$

constant sein.

Gibt man den Constanten α, β verschiedene Werthe, aber so, dass H unverändert bleibt, so erhält man aus den gewonnenen Gleichungen die entsprechenden Werthe von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ und damit bei gegebener absoluter Grösse der Wellenlänge die absolute Grösse der Geschwindigkeiten a_1 und a_2 der beiden Flüssigkeiten und der Windstärke a_1+a_2.

Die benutzten Reihenentwickelungen divergiren für $h \leqq 0$. Sie sind aber schon für kleine Werthe von h unbrauchbar, weil die vernachlässigten Glieder den ersten an Grösse nahekommen. Die Wellenform wird dann, obwohl die Höhe endlich bleibt, eine überhängende, die zum Branden führen muss, sobald der Werth von h so klein wird, dass die Einschnürung der Lemniskate gross genug wird, um den Radiusvector die Curve zweimal schneiden zu lassen.

Die Wellenhöhe bleibt dem Grenzwerth $h = l = 0$ entsprechend immer kleiner als

$$H = 0.2806\lambda.$$

2.

Um den Fall zu behandeln, in dem die Luft schon in endlicher Entfernung von der wogenden Fläche horizontal strömt, setzen wir

$$e^{n(x+iy)} = \sigma + \tau i = \sin \operatorname{am} \frac{2K}{\pi}(\vartheta + i\eta),$$

wo K das vollständige elliptische Integral erster Gattung bezeichnet. Die Grenzlinie soll bei $\eta = h$ liegen. Ausser h ist der Modul k eine verfügbare Constante.

Wir setzen zur Abkürzung $\sin \operatorname{am} \frac{2K\vartheta}{\pi} = z$, $\frac{2K\vartheta}{\pi} = u$, $\frac{2K\eta}{\pi} = v$, so folgt

$$nx = \tfrac{1}{2}\log\frac{\sin^2 \operatorname{am} u \cos^2 \operatorname{am} iv \Delta^2 \operatorname{am} iv - \sin^2 \operatorname{am} iv \cos^2 \operatorname{am} u \Delta^2 \operatorname{am} u}{(1-k^2 \sin^2 \operatorname{am} u \sin^2 \operatorname{am} iv)^2}.$$

Für $v = \frac{K'}{2}$, wo K' das vollständige Integral mit dem Modul $k' = \sqrt{1-k^2}$ bedeutet, werden $\sin \operatorname{am} iv = \frac{i}{\sqrt{k}}$, $\cos \operatorname{am} iv \Delta \operatorname{am} iv = \frac{1+k}{\sqrt{k}}$ und

$$nx = \tfrac{1}{4}\log\frac{z^2(1+k)^2+(1-z^2)(1-k^2z^2)}{k(1+kz^2)^2} = \tfrac{1}{4}\log\frac{1}{k}.$$

Es wird also für $\eta = \frac{K'}{K}\cdot\frac{\pi}{4}$

$$nx = \tfrac{1}{4}\log\frac{1}{k} = \eta\cdot\frac{K\cdot 2\log\frac{1}{k}}{K'\cdot\pi}.$$

Setzen wir nun für die obere Flüssigkeit $\frac{\psi_1}{b_1} = \text{const} - i(\vartheta + i\eta)$, so wird für den angegebenen Werth von η

$$\frac{\psi_1}{b_1} = \text{const} + \eta = \text{const} + \frac{K'\pi}{K 2\log\frac{1}{k}}\cdot nx$$

$$\frac{\partial\psi_1}{\partial x} = b_1 n\cdot\frac{K'}{K}\cdot\frac{\pi}{2\log\frac{1}{k}} = a_1.$$

In der Entfernung $\frac{\lambda}{2\pi}\log\frac{1}{k}$ von der y-Axe strömt die Flüssigkeit mit der Geschwindigkeit a_1 parallel dieser Axe. Wir bezeichnen wieder die Grösse $e^{-\pi\frac{K'}{K}}$ mit q, entwickeln die elliptische Function in ϑ-Reihen, die Logarithmen in Exponentialreihen und erhalten

$$n(x+iy) = \text{const} + \log\left[\frac{e^{i(\vartheta+i\eta)} - e^{-i(\vartheta+i\eta)} - q^2(e^{3i(\vartheta+i\eta)} - e^{-3i(\vartheta+i\eta)})\ldots}{1-q(e^{2i(\vartheta+i\eta)}+e^{-2i(\vartheta+i\eta)})\ldots}\right]$$
$$= \text{const} - i(\vartheta+i\eta) + \log[1-e^{2i(\vartheta+i\eta)} - q^2(e^{-2i(\vartheta+i\eta)} - e^{4i(\vartheta+i\eta)})\ldots]$$
$$-\log[1-q(e^{2i(\vartheta+i\eta)}+e^{-2i(\vartheta+i\eta)})\ldots]$$
$$= \text{const} - i(\vartheta+i\eta) - e^{2i(\vartheta+i\eta)} - \tfrac{1}{2}e^{4i(\vartheta+i\eta)}\ldots + qe^{-2i(\vartheta+i\eta)} + \frac{q^2}{2}e^{-4i(\vartheta+i\eta)}\ldots$$

Für die untere Flüssigkeit ist $\eta < h$. Für $\eta = \vartheta = 0$ ist $\sigma = \tau = 0$, $x = -\infty$.

Hier soll nun gelten

$$\frac{\psi_2 + i\phi_2}{b_2} = \text{const} - n(x+iy) - e^{-2h}\frac{\cos 2(\vartheta+\eta i)}{\cos 2hi} - \tfrac{1}{2}e^{-4h}\frac{\cos 4(\vartheta+\eta i)}{\cos 4hi}\ldots$$
$$+ qe^{2h}\frac{\cos 2(\vartheta+\eta i)}{\cos 2hi} + \frac{q^2}{2}e^{4h}\frac{\cos 4(\vartheta+\eta i)}{\cos 4hi}\ldots$$

Diese Reihe convergirt für jeden Werth von η, wenn $h > 0$ und $q(e^{2h}+e^{-2h}) < 1$ sind, da $\frac{\cos\eta i}{\cos hi} \leqq 1$ ist, wenn $\eta \leqq h$ bleibt. Die Reihe für x convergirt für $\eta \leqq h$, divergirt aber für den Grenzwerth $\eta = 0$, wo eben $x = \infty$ wird.

Wir erhalten ferner

$$\frac{\psi_2}{b_2} = -nx + \text{const} - e^{-2h}\frac{\cos 2\vartheta\cos 2\eta i}{\cos 2hi} - \tfrac{1}{2}e^{-4h}\frac{\cos 4\vartheta\cos 4\eta i}{\cos 4hi}\ldots$$
$$+ qe^{2h}\frac{\cos 2\vartheta\cos 2\eta i}{\cos 2hi} + \frac{q^2}{2}e^{4h}\frac{\cos 4\vartheta\cos 4\eta i}{\cos 4hi}\ldots$$

Für $\eta = h$ wird $\psi_2 = \text{const.}$

Für $x = -\infty$, $\frac{\psi_2}{b_2} = -nx$, $\frac{\partial \psi_2}{\partial x} = -nb_2 = -a_2$.

Im Unendlichen strömt die untere Flüssigkeit in entgegengesetzter Richtung wie die obere mit der Geschwindigkeit a_2.

Wir berücksichtigen bei der Erfüllung der Druckgleichung nur Glieder bis $e^{\pm 4i\vartheta}$ und vernachlässigen demnach Glieder von der Ordnung qe^{-2h}, q^2e^{2h}, q^2e^{6h}, e^{-6h}.

Dann werden

$$nx = \text{const} + \eta - e^{-2\eta}\cos 2\vartheta - \frac{e^{-4\eta}}{2}\cos 4\vartheta \cdots$$
$$+ qe^{2\eta}\cos 2\vartheta + \frac{q^2e^{4h}}{2}\cos 4\vartheta \cdots$$

$$ny = \text{const} - \vartheta - e^{-2\eta}\sin 2\vartheta - \frac{e^{-4\eta}}{2}\sin 4\vartheta \cdots$$
$$- qe^{2\eta}\sin 2\vartheta - \frac{q^2e^{4h}}{2}\sin 4\vartheta \cdots$$

$$n\frac{\partial x}{\partial \eta} = 1 + 2(e^{-2\eta} + qe^{2\eta})\cos 2\vartheta + 2(e^{-4\eta} + q^2e^{4\eta})\cos 4\vartheta \cdots$$

$$n\frac{\partial y}{\partial \eta} = \quad 2(e^{-2\eta} - qe^{2\eta})\sin 2\vartheta + 2(e^{-4\eta} - q^2e^{4\eta})\sin 4\vartheta \cdots$$

$$n^2\left[\left(\frac{\partial x}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)^2\right]_{\eta=h} = 1 + 4\{(e^{-2h} + qe^{2h})\cos 2\vartheta + (e^{-4h} + q^2e^{4h} + 2q)\cos 4\vartheta + e^{-4h} + q^2e^{4h}\}$$

$$\frac{1}{b_2^2}\left(\frac{\partial \psi_2}{\partial \eta}\right)^2_{\eta=h} = 1 + 8\cos 2\vartheta e^{-2h} + 16\cos 4\vartheta e^{-4h} + 8e^{-4h}.$$

Wir haben hier zu setzen

$$\mathfrak{D} = \frac{\pi b_1^2 n^2 s}{g\lambda(s_2 - s_1)} = \frac{4a_1^2 s_1}{g\lambda(s_2 - s_1)\pi}\cdot\left(\frac{K}{K'}\log\frac{1}{k}\right)^2. \quad a_1 = \frac{K'}{K}\frac{\pi}{2}\cdot\frac{1}{\log\frac{1}{k}}\sqrt{\frac{\mathfrak{D}(s_2 - s_1)g\lambda}{\pi s_1}}.$$

Die Druckgleichung lautet dann

$$\text{const} = (qe^{2h} - e^{-2h})\cos 2\vartheta + \tfrac{1}{2}(q^2e^{4h} - e^{-4h})\cos 4\vartheta$$
$$+ \frac{-\frac{1}{2}\mathfrak{D} + \frac{1}{2}\mathfrak{Q}(1 + 8\cos 2\vartheta e^{-2h} + 16\cos 4\vartheta e^{-4h} + 8e^{-4h})}{1 + 4(e^{-2h} + qe^{2h})\cos 2\vartheta + 4(e^{-4h} + q^2e^{4h} + 2q)\cos 4\vartheta + 4e^{-4h} + 4q^2e^{4h}}.$$

Nach Fortschaffung des Nenners und Nullsetzen der Coefficienten ergeben sich folgende Gleichungen

$$C(1 + 4e^{-4h} + 4q^2e^{4h}) = 2(q^2e^{4h} - e^{-4h}) - \tfrac{1}{2}\mathfrak{D} + \tfrac{1}{2}\mathfrak{Q}(1 + 8e^{-4h})$$
$$4C(1 + qe^{4h}) = qe^{4h} - 1 + 4\mathfrak{Q}$$
$$4C(1 + 2qe^{4h} + q^2e^{8h}) = \tfrac{1}{2}q^2e^{8h} - \tfrac{1}{2} + 8\mathfrak{Q}$$

und hieraus nach Elimination von C

$$\mathfrak{Q} = \frac{3(1 + qe^{4h} - q^2e^{8h} - q^3e^{12h})}{8(1 - q^2e^{8h})} = \frac{3}{8}(1 + qe^{4h})$$

$$\mathfrak{D} = \frac{-4e^{-4h} + 1 + 12q^2e^{4h} - qe^{4h} - 12q + 4q^3e^{8h} - 2\mathfrak{Q}(1 + 8q^2e^{4h} - qe^{4h} - 8q)}{2(1 - qe^{4h})}.$$

3.

Durch die Ergebnisse der beiden untersuchten Abbildungen verbunden mit der in meiner ersten Arbeit behandelten Abbildung durch elliptische Coordinaten, sind wir jetzt im Stande, die unter verschiedenen äusseren Bedingungen möglichen Wellenformen mit einander zu vergleichen. Der besseren Übersicht wegen stelle ich die drei verschiedenen Abbildungen noch einmal zusammen:

1. Abbildung durch elliptische Coordinaten: $\frac{1}{\zeta} = \frac{e^h + e^{-h}}{2}$ und $\frac{e^h - e^{-h}}{2}$ sind die Halbaxen der Ellipse, $\cos\varepsilon$ die Entfernung des Mittelpunktes vom Anfangspunkt der Coordinaten. Es ergaben sich die Gleichungen:

$$1 - \zeta^2\cos^2\varepsilon - \mathfrak{P} - \mathfrak{Q}(1 - \tfrac{1}{4}\zeta^2) = 0 \qquad H = \frac{\lambda}{2\pi}\log\frac{1+\zeta\cos\varepsilon}{1-\zeta\cos\varepsilon}.$$
$$2\cos^2\varepsilon + 1 - \mathfrak{Q}(4\cos^2\varepsilon - \zeta^2) = 0$$

2. Abbildung durch die Lemniskate. $\frac{1}{\sqrt{\alpha}} = e^h$ ist der Parameter, $e^{-l} = \sqrt{\beta}$ die Entfernung des Mittelpunktes vom Nullpunkt. Die Gleichungen lauten

$$2\beta - 1 - \mathfrak{P}(\beta - 2) - \mathfrak{Q}(3\beta - 2) = 0$$

$$\mathfrak{Q} = \frac{1 - 6\alpha\beta + \beta}{2\beta(1 - 2\alpha\beta)} \qquad H = \frac{\lambda}{2\pi}\log\frac{\sqrt{\frac{1}{\alpha\beta} + \frac{1}{\beta}} + 1}{\sqrt{\frac{1}{\alpha\beta} + \frac{1}{\beta}} - 1}.$$

Bei beiden strömten die beiden Flüssigkeiten im Unendlichen nach entgegengesetzten Richtungen.

3. Abbildung durch die Function sin am. Es ist

$$ib = \sin\mathrm{am}\frac{2K}{\pi}ih \qquad a = \cos\mathrm{am}\frac{2K}{\pi}ih\,\Delta\mathrm{am}\frac{2K}{\pi}ih$$

$$\mathfrak{Q} = \frac{3}{8}\cdot(1 + qe^{4h})$$

$$\mathfrak{P} = \frac{1 - 4e^{-4h} + 12q^2e^{4h} - 12q + 4q^3e^{8h} - qe^{4h} - 2\mathfrak{Q}\big(1 - qe^{4h} + 8(q^2e^{4h} - q)\big)}{2(1 + qe^{4h})}.$$

Die obere Flüssigkeit strömt in der Entfernung $\frac{\lambda}{\pi}\cdot\frac{1}{2}\log\frac{1}{k}$ mit der Geschwindigkeit $b_1 n\frac{K'}{K}\frac{\pi}{2\log\frac{1}{k}}$ horizontal, die untere im Unendlichen in entgegengesetzter Richtung. Es ist noch

$$H = \frac{\lambda}{\pi}\log\frac{a}{b(1 + k^2b^2)}.$$

Die beiden ersten können wir so verwerthen, dass wir entweder $\mathfrak{P}$ oder $\mathfrak{Q}$ in beiden als gleich vorschreiben und ausserdem die Höhe

festsetzen. Dann erhalten wir $\mathfrak{Q}$ oder $\mathfrak{P}$ in beiden verschieden, und wir haben, da die sonstigen Bedingungen dieselben sind, die sich ergebende Verschiedenheit der Wellenform der Verschiedenheit der Werthe des $\mathfrak{Q}$ allein oder des $\mathfrak{P}$ allein zuzuschreiben.

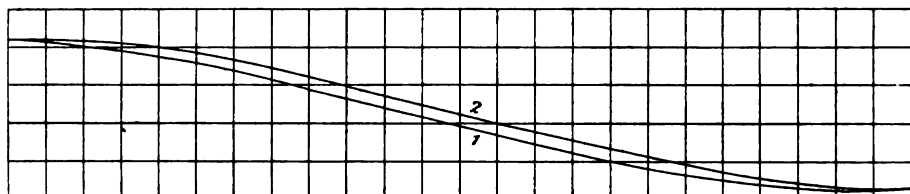
Wir wollen nun im Folgenden immer festsetzen, dass das Tiefwasser ruht; wir haben also dem Coordinatensystem und den mit ihm verbundenen Wellen die Geschwindigkeit a_2 in entgegengesetzter Richtung zu ertheilen. a_2 ist dann die Geschwindigkeit der Wellen in derselben Richtung wie die der Luft, a_1 die Geschwindigkeit, mit der die Luft den Wellen vorauseilt, a_1+a_2 die absolute Geschwindigkeit der Luft.

Wir finden also in der erwähnten Weise den Einfluss, den die Geschwindigkeit der Wellen bei gleichbleibender relativer Luftgeschwindigkeit, oder den die relative Luftgeschwindigkeit bei gleichbleibender Wellengeschwindigkeit bei sonst gleichen Umständen auf die Gestalt der Wellen ausüben. Der dritte Ansatz gibt uns dann die Einwirkung einer schon in der Nähe der Wellen vorhandenen horizontalen Luftströmung.

Übrigens umfassen die drei Systeme nicht ganz dieselben Werthbereiche der $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$. Aus der zweiten Gleichung von 1. folgt, dass $\mathfrak{Q} > \frac{1}{2} + \frac{1}{4\cos^2\varepsilon}$ sein muss, aus 2. ergibt sich, dass für das Vorhandensein positiver Werthe von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ entweder $\alpha\beta > \frac{1}{4}$ oder $\alpha\beta < \frac{1}{4}$ sein muss, die erste Möglichkeit ist wegen der ungenügenden Convergenz der Reihen ausgeschlossen.

Zwei Wellen bei gleicher relativer Luftgeschwindigkeit und verschiedener Wellengeschwindigkeit sind in Fig. 1 gezeichnet. Die zugehörenden aus System 1. und 2. folgenden Werthe sind hier nebeneinandergestellt.

Fig. 1.



$\lambda = 1^m$.

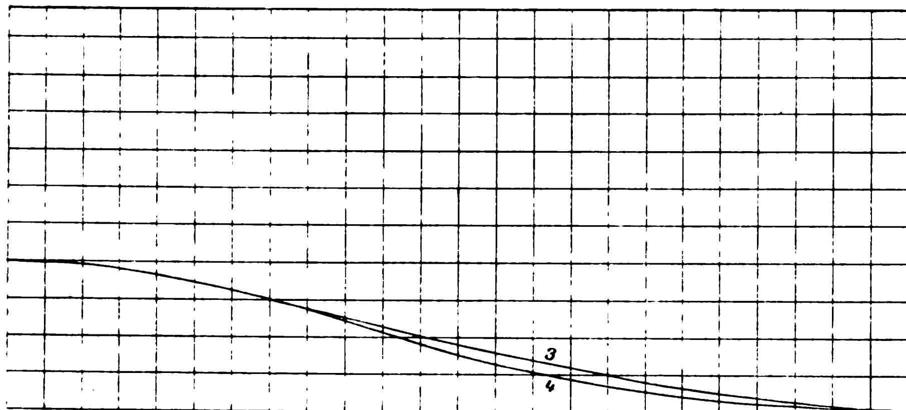
1		2	
$\zeta = 0.2502$	$\mathfrak{Q} = 0.7660$	$\alpha = \frac{1}{64}$	$\mathfrak{Q} = 0.6607$
$\cos\varepsilon = 0.9926$	$\mathfrak{P} = 0.1964$		$\mathfrak{P} = 0.1964$
$H = \frac{\lambda}{2\pi}\,0.5067$	$a_1 = 15.39\,\frac{m}{sec}$	$\beta = 4$	$a_1 = 15.39\,\frac{m}{sec}$
	$a_2 = 1.194\,\frac{m}{sec}$	$H = \frac{\lambda}{2\pi}\,0.5067$	$a_2 = 1.015\,\frac{m}{sec}$

Der Unterschied in der Form rührt also von der verschiedenen Wellengeschwindigkeit her.

Einen ähnlichen Unterschied zeigen die beiden in Fig. 2 gezeichneten Wellen, von denen die obere 3 in endlicher Entfernung von den Wellen bereits horizontale Strömung besitzt. Die berechneten Werthe sind folgende:

Fig. 2.

Geradlinige Strömung.

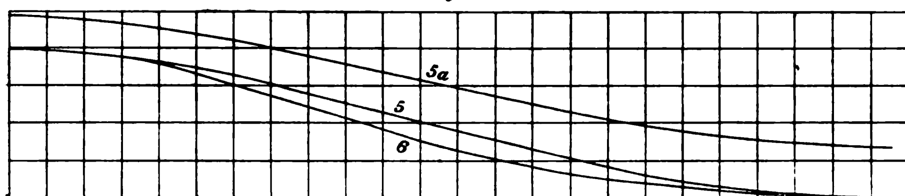


3		4	
$q = 0.002$	$k = 0.1774$	$\zeta = 0.292$	$H = \frac{\lambda}{2\pi}\, 0.5119$
$e^{4h} = 50$	$k' = 0.9842$	$\cos\varepsilon = 0.8578$	
$q' = 0.2044$	$h = 0.9780$	$\mathfrak{P} = 0.1096$	
$\mathfrak{P} = 0.0339$	$\mathfrak{a} = 1.566$	$\mathfrak{Q} = 0.8647$	
$\mathfrak{Q} = 0.4125$	$\mathfrak{b} = 1.163$	$a_1 = 11.497\,\frac{m}{sec}$	
$a_1 = 16.23\,\frac{m}{sec}$	$H = \frac{\lambda}{\pi}\, 0.2559$	$a_2 = 1.161\,\frac{m}{sec}$	
$a_2 = 0.800\,\frac{m}{sec}$	$L = \frac{\lambda}{\pi}\, 0.866$		

Die erste Welle hat die Periode π, die zweite 2π als Function von ϑ betrachtet. L ist die Entfernung der horizontalen Strömung vom Wellenthal. Wegen der verschiedenen Periode muss der Maassstab von 3 verdoppelt werden.

Die Curve 5 Fig. 3 gehört zu zwei verschiedenen Werthsystemen mit gleicher Wellengeschwindigkeit, aber verschiedener Luftgeschwindigkeit. Die hierdurch in diesem Falle bedingten Unterschiede sind zu klein, um durch die Zeichnung noch deutlich hervorzutreten. 6 hat die relative Luftgeschwindigkeit Null und grosse Wellengeschwindigkeit; wir haben hier eine verhältnissmässig grosse Verschiedenheit der Form, wie denn auch diese Welle die grösste Einbuchtung von allen hier betrachteten Formen zeigt. Die obere Curve 5*a* zeigt eine zu 5 gehörende Stromlinie der Luft.

Fig. 3.



$\lambda = 1^{m}$.

5

$e^{-l} = 1.354$ $\mathfrak{Q} = 0.7660$ $\zeta = 0.2502$ $\mathfrak{Q} = 0.7660$

$e^{-k} = 0.1866$ $\mathfrak{P} = 0.0877$ $\cos\varepsilon = 0.9926$ $\mathfrak{P} = 0.1964$

$a_1 = 10.285 \frac{m}{sec}$ $H = \frac{\lambda}{2\pi} 0.5067$ $a_1 = 15.39 \frac{m}{sec}$ $H = \frac{\lambda}{2\pi} 0.5067$

$a_2 = 1.194 \frac{m}{sec}$ $a_2 = 1.194 \frac{m}{sec}$

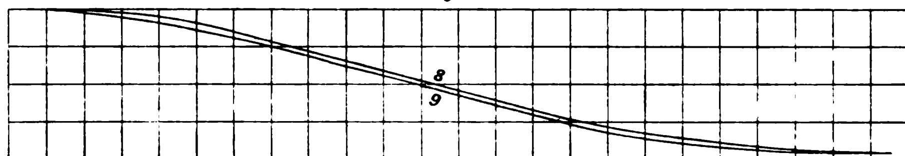
6

$\zeta = 0.3328$ $\mathfrak{Q} = 0.9915$ $a_2 = 1.243 \frac{m}{sec}$

$\cos\varepsilon = 0.7513$ $\mathfrak{P} = 0$ $a_1 = 0$

Endlich haben wir in Fig. 4 zwei Wellen gleicher Wellengeschwindigkeit, von denen die eine die relative Luftgeschwindigkeit Null hat. Hier zeigt sich ein nur durch den Einfluss des Windes bedingter Unterschied der Wellenform.

Fig. 4.



8

$\cos\varepsilon = 0.884$

$\zeta = 0.288$

$\mathfrak{Q} = 0.8421$

$\mathfrak{P} = 0.1281$

$a_2 = 1.146 \frac{m}{sec}$

$a_1 = 12.43 \frac{m}{sec}$

9

$\alpha = 0.0524$

$\beta = 1.300$

$\mathfrak{Q} = 0.8421$

$\mathfrak{P} = 0$

$a_2 = 1.146 \frac{m}{sec}$

$a_1 = 0$

$$H = \frac{\lambda}{2\pi} 0.517.$$

Soweit wir aus den berechneten Beispielen Schlüsse ziehen können, wirken die Geschwindigkeiten der Luft und der Wellen gesondert auf die Gestalt der Wellen ein, die letztere in stärkerem Grade. Dabei wirken beide in ihrem Einfluss sich in gewisser Beziehung entgegen[1],

[1] Dies sieht man auch, wenn man sich die beiden Flüssigkeiten vertauscht denkt und $-g$ für g setzt, wobei sich die Werthe von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ vertauschen. Man hat dann die Figuren umzudrehen, und erhält da, wo vorher starker Wind und geringe Wellengeschwindigkeit war, jetzt schwachen Wind und grosse Wellengeschwindigkeit und um gekehrt.

so dass die grössten Abweichungen in der Form bei Wellen zu erwarten sind, die entgegengesetzte Unterschiede beider Geschwindigkeiten haben.

4.

Unterschiede der Geschwindigkeiten.

Ausser den Wellenformen ergeben sich aus den durchgeführten Rechnungen die sehr beträchtlichen Unterschiede der Geschwindigkeiten zwischen Berg und Thal der Welle an der Oberfläche der Flüssigkeiten und im Innern.

Bezeichnen wir mit V_1 und v_1 die Geschwindigkeiten der Luft am Wellenberg und am Wellenthal, mit V_2 und v_2 die Geschwindigkeiten des Wassers an denselben Stellen, so erhalten wir für System I. an der Oberfläche

$$V_1 = \frac{a_1}{1-2(e^{-h}\cos\varepsilon - e^{-2h}\cos 2\varepsilon)} \qquad v_1 = \frac{a_1}{1+2(e^{-h}\cos\varepsilon + e^{-2h}\cos 2\varepsilon)}$$

$$V_2 = -\frac{a_2\left(1-\dfrac{2\cos\varepsilon}{\cos hi}+\dfrac{2\cos 2\varepsilon}{\cos 2hi}\right)}{1-2(e^{-h}\cos\varepsilon - e^{-2h}\cos 2\varepsilon)} \qquad v_2 = -\frac{a_2\left(1+\dfrac{2\cos\varepsilon}{\cos hi}+\dfrac{2\cos 2\varepsilon}{\cos 2hi}\right)}{1+2(e^{-h}\cos\varepsilon + e^{-2h}\cos 2\varepsilon)}$$

aus System 3.

$$\left.\begin{matrix} V_1 \\ v_1 \end{matrix}\right\} = \frac{a_1}{1\mp 2(e^{-2h}+qe^{2h})+2(e^{-4h}+q^2e^{4h})}$$

$$\left.\begin{matrix} V_2 \\ v_2 \end{matrix}\right\} = -\frac{a_2(1\mp 4e^{-2h}+4e^{-4h})}{1\mp 2(e^{-2h}+qe^{2h})+2(e^{-4h}+q^2e^{4h})}$$

Die Geschwindigkeiten für Wellenberg und Wellenthal im Innern der Luftmasse erhält man einfach aus den Ausdrücken für V_1 und v_1, wenn man anstatt h das entsprechende η einsetzt.

Im Innern der Wassermasse erhält man für V_2 und v_2 aus I.

$$\left.\begin{matrix} V_2 \\ v_2 \end{matrix}\right\} = a_2\left(-1+\frac{2(e^{-\eta}+e^{\eta}\pm 2\cos\varepsilon)\left(\pm e^{-h}\cos\varepsilon\dfrac{e^{\eta}-e^{-\eta}}{e^{h}+e^{-h}} - e^{-2h}\cos 2\varepsilon\dfrac{e^{2\eta}-e^{-2\eta}}{e^{2h}+e^{-2h}}\right)}{e^{\eta}-e^{-\eta}}\right)$$

und aus 3.

$$V_2 = -a_2 + \frac{a_2\mathfrak{A}\left\{2(e^{-2h}-qe^{2h})\dfrac{e^{2\eta}-e^{-2\eta}}{e^{2h}+e^{-2h}} - 2(e^{-4h}-q^2e^{4h})\dfrac{e^{4\eta}-e^{-4\eta}}{e^{4h}+e^{-4h}}\right\}}{k'^2\mathfrak{B}}$$

$$v_2 = -a_2 - \frac{a_2\mathfrak{B}\left\{2(e^{-2h}-qe^{2h})\dfrac{e^{2\eta}-e^{-2\eta}}{e^{2h}+e^{-2h}} + 2(e^{-4h}-q^2e^{4h})\dfrac{e^{4\eta}-e^{-4\eta}}{e^{4h}+e^{-4h}}\right\}}{\mathfrak{A}}$$

wo

$$\mathfrak{A} = \cos\operatorname{am} i\eta\,\Delta\operatorname{am} i\eta$$

$$i\mathfrak{B} = \sin\operatorname{am} i\eta$$

gesetzt sind.

Die absolute Strömung des Wassers bei ruhendem Tiefwasser ist $V_2 + a_2$ und $v_2 + a_2$. Der absolute Werth von v_2 ist grösser als a_2, der von V_2 kleiner als a_2. Beide sind negativ. Das Wasser strömt an den Wellenthälern in entgegengesetzter Richtung, als an den Wellenbergen, und jedes identische Wassertheilchen beschreibt geschlossene Curven.

Für die Wellenform 2 ergeben sich

$$V_1 = 1.309\,a_1 \qquad v_1 = 0.783\,a_1$$
$$V_2 = -0.692\,a_2 \qquad v_2 = -1.178\,a_2$$

für 5

$$V_1 = 1.283\,a_1 \qquad v_1 = 0.779\,a_1$$
$$V_2 = -0.726\,a_2 \qquad v_2 = -1.214\,a_2$$

für 3

$$V_1 = 1.372\,a_1 \qquad v_1 = 0.740\,a_1$$
$$V_2 = -0.705\,a_2 \qquad v_2 = -1.218\,a_2$$

Trotzdem bei 3 der Wind schon in geringer Höhe horizontal ist, unterscheidet sich das Verhältniss der Geschwindigkeiten am Wellenthal und Wellenberg nicht erheblich von dem bei den anderen, wo die Strömung erst im Unendlichen horizontal wird. Die in Fig. 3 gezeichnete Stromlinie von 5 liegt in der Höhe $\frac{\lambda}{2\pi}0.1060$ über dem Wellenberg. Die bedeutende Abnahme der Wellenhöhe dieser Stromlinie bedingt eine erhebliche Verbreiterung des Strombettes am Wellenthal.

Die Geschwindigkeiten am Wellenberg und Wellenthal dieser Stromlinie sind

$$v_1 = 0.804\,a_1 \qquad V_1 = 1.245\,a_2,$$

also von denen an der Oberfläche noch nicht erheblich verschieden. Die absolute Geschwindigkeit des Wassers ist in einer Tiefe unter dem Wellenthal

$$\frac{\lambda}{2\pi}\cdot 0.151 = -0.181\,a_2$$
$$\frac{\lambda}{2\pi}2.458 = -0.017\,a_2.$$

Bei der zweiten ist die Geschwindigkeit des Wassers schon auf weniger als den zehnten Theil von ihrem Werthe an der Oberfläche herabgesunken.

Die Abnahme der periodischen Bewegung der Luft nach der Höhe ist erst dann vollständig bekannt, wenn die Höhe gegeben ist, in der der Wind horizontal strömt. In der Nähe der Oberfläche sind aber immer bedeutende Unterschiede der Geschwindigkeiten am Wellenberg und am Wellenthal vorhanden, die sich in periodischen

Luftstössen bemerkbar machen müssen, wenn man sich langsamer oder schneller fortbewegt als die Wellen.

Die gegebenen Beispiele sollten nur zur Erläuterung der Methoden dienen, und sind nur geeignet, die Einwirkung von Wind und Wellengeschwindigkeit in einzelnen Fällen qualitativ zu zeigen. Um die eintretenden Unterschiede auch bei den kleinen Zeichnungen noch deutlich hervortreten zu lassen, sind die Wellen so hoch angenommen, dass die Genauigkeit der Rechnung noch gerade ausreicht, um keinen Zweifel an der Richtung der Abweichung in der Form bestehen zu lassen. Indessen genügen Abweichungen innerhalb 4 Procent im Werthe von $\mathfrak{Q}$, um die Unsicherheit der Rechnung verschwinden zu lassen.

Für etwas niedrigere Wellen wird die Rechnung bald sehr genau, während die Untersuchung höherer mit den hier mitgetheilten Formeln nicht mehr mit Sicherheit ausgeführt werden kann, so dass man sich dann den erheblich weitläufigeren Rechnungen unterziehen muss, von denen ich in meiner ersten Arbeit ein Beispiel gegeben habe.

Fassen wir zum Schluss noch einmal die bisher gewonnenen Ergebnisse zusammen.

Jede der beiden Flüssigkeiten strömt in bestimmter Entfernung von den Wellen horizontal, die obere mit der Geschwindigkeit a_1, die untere mit einer solchen von der Grösse a_2. Nehmen wir beide entgegengesetzt gerichtet an, so können wir dem ganzen System eine Geschwindigkeit $-a_2$ beilegen und erhalten dann ruhendes Tiefwasser und eine absolute Geschwindigkeit der Luft von der Grösse $a_1 + a_2$, während die Wellen mit der Geschwindigkeit a_2 in derselben Richtung wie der Wind fortschreiten.

Diese Strömungen machen sich für die Herstellung des Gleichgewichtszustandes nur durch die in der Druckgleichung auftretenden Grössen $\mathfrak{P} = \frac{2\pi s_1 a_1^2}{g\lambda(s_2 - s_1)}$ und $\mathfrak{Q} = \frac{2\pi s_2 a_2^2}{g\lambda(s_2 - s_1)}$ geltend, es ist also nicht nur die relative Geschwindigkeit beider Medien, sondern auch die absolute maassgebend.

Bei Wasserwellen ist die Dichtigkeit des Wassers s_2 so viel grösser als die der Luft s_1, dass bei nicht sehr grossen Werthen von a_1 $\mathfrak{P}$ immer viel kleiner ist als $\mathfrak{Q}$, so dass für diese a_2 von grösserem Einfluss ist als a_1. Bei den Luftwellen dagegen sind $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ von gleicher Grössenordnung, wenn nicht die beiden Geschwindigkeiten erheblich verschieden sind.

Da die Quadrate der beiden Geschwindigkeiten bestimmend sind, so kann die Richtung einer von beiden umgekehrt werden, ohne das ganze System irgend wie zu beeinflussen. Dann erhält man aber bei

ruhendem Tiefwasser die absolute Luftgeschwindigkeit $a_1 - a_2$ und eine entgegengesetzt gerichtete Wellengeschwindigkeit $-a_2$; dieses System ist immer neben dem ersten möglich und ergibt dieselben Wellenformen.

Wenn wir bei der Erfüllung der Druckgleichung uns auf das erste Glied der Reihenentwickelung beschränken, so fallen alle Parameter, die die Gestalt der Wellen bestimmen, fort, und alle unsere Systeme[1] ergeben dann dieselbe Gleichung

$$\mathfrak{P} + \mathfrak{Q} = 1,$$

die als erster Näherungswerth der Theorie zu betrachten ist. Diese Gleichung ist für einen Specialfall bereits von Helmholtz[2] und Lord Kelvin[3] abgeleitet worden. Sie gilt indessen für alle Wellen von geringer Höhe, deren Energievorrath für gleiche Wellenhöhe mit dem der von uns betrachteten übereinstimmt. Dass mit den Grenzbedingungen aber auch andere Wellensysteme vereinbar sind, denen ein anderer Energievorrath und deshalb auch verschiedene Stabilität zukommt, und für die unsere Gleichung nicht mehr gültig ist, beabsichtige ich in einer späteren Arbeit auseinanderzusetzen. Welche Verhältnisse bei den wirklichen Luftwellen herrschen, kann erst durch Vergleiche mit den Beobachtungen entschieden werden. Wir nehmen im Folgenden die Gültigkeit der Gleichung an, die unter immerhin sehr allgemeinen Voraussetzungen richtig ist.

Kennt man bei Luftwellen die Wellenlänge, die Geschwindigkeit der Wolken und die der darüber liegenden Luftschicht, so kann man das Verhältniss der Dichtigkeiten oder den Temperaturunterschied der beiden Luftschichten berechnen.

Die Genauigkeit, die diese Gleichung beanspruchen kann, ist sehr verschieden für die verschiedenen Wellenformen. Während die durch unser erstes System dargestellten Wellen, selbst bei den in den obigen Beispielen angegebenen nicht unbeträchtlichen Höhen, unsere Gleichung noch bis auf 5 Procent erfüllen, ist die Abweichung bei dem zweiten System, das etwas geringere Wellengeschwindigkeiten darstellt, im allgemeinen wegen des weniger symmetrischen Baues der Coefficienten eine dreimal grössere, während im dritten System die Annäherung wieder eine günstigere ist.

---

[1] Bei 3 ist die Wellenlänge $\lambda = \frac{\pi}{n}$, die Gleichung lautet hier bei genügend kleinem q also

$$2\mathfrak{P} + 2\mathfrak{Q} = 1,$$

weil $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ nur den halben Betrag haben.

[2] Helmholtz, Die Energie der Wogen und des Windes. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. vom 17. Juli 1890. S. 867.

[3] Phil. Mag. (4) 42 p. 368. 1871.

Wenn man aber die Gleichung auf niedrigere Wellen anwenden kann, wird die Genauigkeit immerhin die der übrigen Grundlagen des Beobachtungsmaterials erreichen. Für das zweite System würden wir bei Wellen, deren Höhe 0.05 der Wellenlänge beträgt, im allgemeinen Abweichungen von 5 Procent erhalten, für die anderen Systeme erheblich geringere.

Um ein Beispiel zu geben, nehmen wir an, es seien gegeben

$$\lambda = 800^{\mathrm{m}} \qquad a_2 = 5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}} \qquad \frac{s_1}{s_2} = \frac{273}{283}$$

so ergibt sich $a_1 = 4.45\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$.

Wir können die Gleichung auch schreiben

$$s_1 a_1^2 + s_2 a_2^2 = \frac{g\lambda(s_2 - s_1)}{2\pi}$$

oder wenn $\frac{s_1}{s_2} = \sigma$ ist,

$$\sigma a_1^2 + a_2^2 = \frac{g\lambda(1-\sigma)}{2\pi}.$$

Wird σ constant gehalten, so erhält λ den kleinsten Werth, den es annehmen kann, wenn $a_1 = 0$, wenn keine relative Bewegung zwischen den Luftwellen und der oberen Schicht vorhanden ist.

Etwas andere Verhältnisse treten ein, wenn wir ausser den Geschwindigkeiten der Luft und der Wellen, wie wir sie soeben in derselben Weise wie die Wasserwellen unter der Voraussetzung ruhender Tiefe des dichtern Mediums betrachtet haben, noch die Geschwindigkeit a_3 einführen müssen, mit der die Schichten der unteren Luftmasse in grosser Entfernung von der wogenden Fläche horizontal fortströmen. Wir rechnen alle drei Geschwindigkeiten in derselben Richtung positiv. In Bezug auf das ruhende Coordinatensystem strömt die obere Luftschicht mit der Geschwindigkeit a_1, die der unteren ist $a_3 - a_2$. Ertheilen wir den Coordinaten die Geschwindigkeit a_2, so ist die absolute Geschwindigkeit der oberen Luftschicht $a_2 + a_1$, die der Wellen a_2 und die der unteren Schicht a_3.

Wir haben dann

$$\sigma a_1^2 + (a_3 - a_2)^2 = \frac{g\lambda(1-\sigma)}{2\pi}.$$

Unter diesen Umständen können wir bei vorgeschriebener Wellengeschwindigkeit und constantem σ kleinere Wellenlängen erhalten.

Ist $a_3 = a_2$, d. h. zieht die ganze untere Luftmasse mit der überall constanten Geschwindigkeit a_2 dahin, so kommt nur die re-

lative Geschwindigkeit a_1 der oberen Luftschicht zu den Wellen in Betracht und wir erhalten

$$\sigma a_1^2 = \frac{g\lambda(1-\sigma)}{2\pi}.$$

Unter diesen Verhältnissen können wir durch die Wellenlänge und die relative Luftgeschwindigkeit den Unterschied der Dichtigkeiten und somit auch der Temperaturen zweier Luftschichten berechnen, an deren Grenze sich stationäre Wogen von geringer Wellenhöhe ausgebildet haben.

Über Isanomalen des erdmagnetischen Potentials.

Von Wilhelm von Bezold.

(Vorgetragen am 19. Januar 1893[1] [St. II, S. 9].)

Hierzu Taf. II.

Indem Dove die Differenzen bildete zwischen den Mitteltemperaturen der einzelnen Orte und jenen der ganzen Parallelkreise, auf denen die betreffenden Orte liegen, und indem er alsdann alle Punkte, an welchen diese Differenzen dieselben Werthe hatten, durch Linien verband, erhielt er die sogenannten Isanomalen.

Mit Hülfe dieser Linien konnte er viele Eigenthümlichkeiten in der Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche noch viel anschaulicher machen, als durch die Isothermen.

In ähnlicher Weise leitete er später für einzelne bestimmte durch ungewöhnliche Witterungsverhältnisse ausgezeichnete Monate die Differenzen ab zwischen den beobachteten Temperaturen und den langjährigen Mittelwerthen, und erhielt dadurch neue Systeme von Linien, die er Isametralen nannte.

Das gleiche Verfahren kann man offenbar auch auf die magnetischen Elemente anwenden. Auch hier kann man die Differenzen bilden zwischen den für einzelne Punkte geltenden Werthen und zwischen den Mittelwerthen für die ganzen zugehörigen Parallelkreise und daraus Isanomalen ableiten, oder man kann die Differenzen ermitteln zwischen den zu irgend einer Epoche beobachteten Werthen und anderen als normal angenommenen und darnach Isametralen entwerfen.

»Während jedoch solche Isanomalen und Isametralen sowohl bei »der Temperatur als auch bei den gewöhnlichen magnetischen Ele»menten nichts anderes sind als ein bequemes Hülfsmittel, um ge-

[1] Die Drucklegung dieser Abhandlung, die im Wesentlichen hier ebenso wiedergegeben ist, wie ich sie damals vorgetragen habe, hat sich dadurch verzögert, dass ich vor der Veröffentlichung verschiedene Rechnungen wiederholen und insbesondere die Karte noch einmal einer genauen Durchsicht unterwerfen wollte, wofür ich keine Zeit finden konnte. Eine inzwischen erschienene vorläufige Mittheilung verwandten Inhalts von Hrn. von Tillo habe ich nachträglich berücksichtigt.

»wisse Unregelmässigkeiten in deren Vertheilung recht deutlich her»vortreten zu lassen[1], so erhalten sie bei der Anwendung auf das erd»magnetische Potential eine weit höhere Bedeutung.

»Die Isanomalen oder Isametralen des Potentials sind nämlich »die Gleichgewichtslinien eines magnetischen Systemes, das man sich »über ein anderes als normal angesehenes gelagert denken muss, um »die thatsächlich beobachtete Vertheilung zu erhalten.

»Betrachtet man dementsprechend die thatsächlich beobachtete »Vertheilung der erdmagnetischen Erscheinungen als das Ergebniss »einer Störung einer anderen einfacheren als normal angesehenen, so »geben die Isanomalen oder Isametralen unmittelbar das Bild des »störenden Systemes von Kräften.«

Bei der Darstellung durch Isanomalen betrachtet man eine um die Rotationsaxe der Erde symmetrische Vertheilung als die normale, und die Isanomalen geben das zweite System, welches die Störung dieser Symmetrie veranlasst, und gestatten dieses zweite System für sich zu studiren.

Durch Isametralen aber lassen sich die zeitlichen oder räumlichen Störungen im engeren Sinne des Wortes darstellen und zwar in einer innerlich so wohlbegründeten Weise, dass es bei consequenter Anwendung dieser Methode endlich gelingen muss, den Sitz und die Ursache dieser Störungen aufzudecken.[2]

Hier soll zunächst nur von den Isanomalen die Rede sein und sollen vor Allem einige allgemeine Sätze entwickelt werden, welche für diese Linien gelten.

Theorie der Isanomalen des Potentials.

Betrachtet man irgend einen Punkt der Erdoberfläche und bezeichnet man das dort herrschende Potential durch V, so ist stets die Gleichung erfüllt

$$V = V_n + V_a, \qquad (1)$$

wenn man unter V_n den Mittelwerth des Potentials für den ganzen Parallelkreis versteht, unter V_a aber die Anomalie, d. h. jene Grösse, welche man zu diesem Mittelwerthe hinzufügen oder von ihm abziehen muss, um den thatsächlich dem Punkte entsprechenden Werth des Potentials zu erhalten.

---

[1] Vergl. Th. Moureaux. Sur l'anomalie magnétique du bassin de Paris. Annal. Météor. de France. Annee 1890 I. p. B 104.

[2] Das von Hrn. Arthur Schuster in den Philos. Transact. of the Roy. Soc. of London Vol. 180, A p. 508 (1889) mitgetheilte Schema enthält im Grunde genommen nichts anderes als mittlere Isametralen für eine bestimmte Tagesstunde.

V_n soll in der Folge das »normale Potential« für den betreffenden Parallelkreis heissen.

Bezeichnet man ferner die geographische Breite mit β, die Länge mit λ, die nach Norden gerichtete Componente der Horizontalintensität mit X, die nach Osten gerichtete mit Y, das Element des Meridiankreises in entsprechender Weise mit dx, das des Parallelkreises mit dy, den Radius der kugelförmig gedachten Erde aber mit R,[1] so gelten die folgenden Gleichungen:

$$V_n = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} V d\lambda = f(\beta), \tag{2}$$

$$X = \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{1}{R}\,\frac{\partial V}{\partial \beta}, \tag{3}$$

$$Y = \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{1}{R\cos\beta}\,\frac{\partial V}{\partial \lambda}. \tag{4}$$

Hieraus ergeben sich nun weiter die nachstehenden Sätze:

I. Aus den Gleichungen (1) und (2) folgt

$$\int_0^{2\pi} V d\lambda = V_n \int_0^{2\pi} d\lambda + \int_0^{2\pi} V_a d\lambda$$

oder

$$\int_0^{2\pi} V_a d\lambda = 0\,,$$

d. h. auf jedem Parallelkreise kommen immer sowohl positive als negative Werthe der Anomalie vor, und giebt es mindestens zwei Punkte, in denen die Anomalie 0 ist.

Die Punkte, in denen die Anomalie den Werth 0 besitzt, müssen stetig zusammenhängende in sich geschlossene Linien geben, von denen mindestens eine durch die beiden Erdpole gehen muss. Diese Linien sollen analog den thermischen Normalen als »Normale des erdmagnetischen Potentials« bezeichnet werden.

Bei der thatsächlich vorhandenen Vertheilung der erdmagnetischen Erscheinungen giebt es nur eine einzige durch beide Pole gehende in sich geschlossene Normale des Potentials.

Da sich jedoch die den beiden Hälften dieser Normalen angehörigen Stücke auf den in Mercators Projection entworfenen magne-

[1] Ich schliesse mich hier thunlichst den von Gauss in der »Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus« benutzten Bezeichnungen an, habe es jedoch mit Rücksicht auf die Symmetrie der hier zu entwickelnden Formen vorgezogen, unter Y nicht die westliche, sondern die östliche Componente der Horizontalintensität zu verstehen. — Vergl. Resultate aus den Beobacht. d. magnet. Vereins im Jahre 1838.

tischen Karten als zwei getrennte Linien darstellen, so wird man zweckmässiger Weise von zwei Normalen des Potentials sprechen, die erst durch Verknüpfung an den Polen eine in sich geschlossene Linie geben.

II. Linien, in welchen V_a einen constanten Werth hat, d. h. in welchen $V_a = C$ ist, sind Isanomalen. Zugleich sind sie die Gleichgewichtslinien jenes Systemes magnetischer Kräfte, welches durch das Potential V_a charakterisirt wird.

Die Linie $V_a = 0$ oder die Normale des Potentials trennt jene Theile der Erde, in denen $V_a > 0$ ist, von jenen, in denen $V_a < 0$ ist.

III. Da V_n für jeden Parallelkreis einen bestimmten constanten Werth hat, so ist $\frac{\partial V_n}{\partial y} = 0$ und mithin

$$\frac{\partial V}{\partial y} = \frac{\partial V_a}{\partial y}$$

oder

$$Y = \frac{\partial V_a}{\partial y}. \tag{5}$$

Diese Gleichung lehrt, dass die Kenntniss der Anomalie des Potentials für sämmtliche Punkte der Erde hinreicht, um allenthalben die östliche (westliche) Componente der Horizontalintensität zu bestimmen.

Sie lehrt ferner, dass bei einem System von Isanomalen, welches gleichen Differenzen der Anomalie entspricht, d. h. bei welchen die Linien so gezogen sind, dass für je zwei benachbarte Isanomalen ΔV_a constant ist, die östliche Componente des Erdmagnetismus der auf dem Parallelkreis gemessenen Entfernung der benachbarten Linien umgekehrt proportional ist.

Endlich aber folgt aus Gleichung (5)

$$V_a = \int Y dy + C, \tag{6}$$

da nun $y = \lambda R \cos \beta$ ist, so kann man auch schreiben

$$V_a = F(\lambda) + C,$$

eine Gleichung, in welcher man $F(\lambda)$ planimetrisch oder durch mechanische Quadraturen bestimmen kann, wenn man Y kennt und nur noch der Werth von C zu ermitteln ist.

Diesen Werth erhält man durch nachstehende Überlegung:

Nach Gleichung (2) ist $\int_0^{2\pi} V_a d\lambda = 0$, mithin

$$\int_0^{2\pi} F(\lambda) d\lambda + 2\pi C = 0$$

oder

$$C = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(\lambda) d\lambda.$$

C ist demnach nichts anderes als der negativ genommene Mittelwerth der Function $F(\lambda)$ für den ganzen Parallelkreis und zugleich der Werth, den $F(\lambda)$ in den Schnittpunkten der Normalen mit diesem Kreise annimmt.

Man erhält demnach diese Schnittpunkte, indem man den Mittelwerth von $F(\lambda)$ bildet und dann die Stellen des Parallelkreises sucht, an denen dieser Werth erreicht wird.

»Die Kenntniss der in die Richtung des Parallelkreises fallenden »Componente der erdmagnetischen Kraft für die gesammte Erdober»fläche genügt demnach, um allenthalben die Anomalie zu bestimmen, »und mithin auch zum Ziehen der Isanomalen.«

Man kann mithin die Isanomalen construiren, ohne vorher die Werthe des Potentials auf dem von Gauss angegebenen Wege berechnet zu haben, einzig und allein auf Grundlage der aus den Isagonenkarten und aus jenen für die Horizontalintensität zu entnehmenden Werthe.

Ja, man kann sogar weiter gehen und aus den so ermittelten Werthen für die Anomalie jene des Gesammtpotentials rechnerisch oder graphisch bestimmen.

Für die Normale des Potentials, die man ja bei der Construction der Isanomalen ohnehin erhält, gilt nämlich die Gleichung

$$V = V_n .$$

Bezeichnet man nun die in die Richtung dieser Linie fallende Componente der Horizontalintensität durch N, das Element dieser Linie durch dn, den Winkel, den dieses Element mit der Richtung der Declinationsnadel macht durch ϕ, die Horizontalintensität aber durch H, so erhält man

$$V_n = \int \frac{\partial V}{\partial n} dn + C = \int N dn + C$$
$$= \int H \cos\varphi dn + C = f_1(\beta) + C .$$

Man findet also wiederum auf planimetrischem Wege oder durch mechanische Quadraturen die normalen Werthe des Potentials auf einer sämmtliche Parallelkreise schneidenden Linie und mithin für alle diese Kreise bis auf eine für die ganze Erde constante Grösse C.

Die letztere aber bestimmt sich aus der Bedingung, dass der Mittelwerth des Potentials für die ganze Erde Null sein muss.

Diese Bedingung folgt aus dem in Artikel 32 der Gauss'schen Abhandlung[1] aufgestellten Satze für die Dichtigkeit des magnetischen Fluidums in jedem Punkte der Erdoberfläche

$$\mu = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{V}{R} - 2Z\right).$$

---

[1] Resultate u. s. w. aus dem Jahre 1838 S. 47.

Da nun die sämmtlichen Entwickelungen von der Voraussetzung ausgehen, dass auf der Erdoberfläche die gleiche Menge positiven und negativen Fluidums vorhanden sei, so muss auch

$$\int \mu d\sigma = \frac{1}{4\pi}\int\left(\frac{V}{R}-2Z\right)d\sigma = 0$$

sein, wenn man das Integrale über die ganze Erdoberfläche ausdehnt und unter $d\sigma$ das Oberflächenelement versteht.

Da nun andererseits

$$\int Zd\sigma = 4\pi\Sigma\mu$$

ist, wenn man das Integrale über eine die ganze Erde eng umschliessende unendlich wenig davon abstehende Kugelfläche ausdehnt und unter $\Sigma\mu$ die Summe aller von dieser Fläche eingeschlossenen wirkenden Massen versteht, so ist auch

$$\int Zd\sigma = \frac{1}{2}\int\frac{V}{R}\,d\sigma = \frac{1}{2R}\int Vd\sigma = 0\,.$$

Dementsprechend ist alsdann auch

$$\frac{1}{4\pi R^2}\int Vd\sigma = 0\,,$$

d. h. der Mittelwerth des Potentials für die ganze Erdoberfläche ist gleich Null.

Dieser Mittelwerth V_m aber ergiebt sich aus jenen für die ganzen Parallelkreise äusserst einfach nach der Formel

$$\frac{1}{4\pi R^2}\int Vd\sigma = \frac{1}{4\pi R^2}\int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} V_n R\cos\beta\, d\beta$$

oder wenn man das Stück der Erdaxe, welches zwischen der Ebene des betrachteten Parallelkreises und dem Erdmittelpunkt liegt, durch h bezeichnet, also $R\sin\beta = h$ setzt,

$$V_m = \frac{1}{4\pi R^2}\int_{-R}^{+R} V_n dh = 0\,.$$

Da nun

$$V_n = f_1(\beta) + C$$

ist oder was dasselbe besagt:

$$V_n = F(h) + C,$$

wobei natürlich F in diesem Falle eine andere Function bezeichnet als oben in Gleichung (6), so ist auch

$$\int_{-R}^{+R} V_n dh = \int_{-R}^{+R} F(h)\, dh + 2RC = 0$$

und mithin

$$C = -\frac{1}{2R}\int_{-R}^{+R} F(h)\, dh.$$

Diese Gleichung gestattet eine sehr einfache geometrische Deutung und führt dadurch zu einer sehr bequemen Methode den Werth der Constanten C planimetrisch zu bestimmen.

Wählt man nämlich in einem rechtwinkligen Coordinatensystem die Entfernungen der Ebenen der Parallelkreise vom Erdmittelpunkt als Abscissen, und trägt man alsdann die zugehörigen Werthe von $F(h)$, das sind die bis auf eine ihnen alle gemeinsame Constante bekannten Werthe des Potentials für die einzelnen Parallelen, als Ordinaten auf, so ist $\int_{-R}^{+R} F(h) \cdot dh$ das Flächenstück, welches zwischen der durch $F(h)$ versinnlichten Curve, den zu $-R$ und $+R$ gehörigen Ordinaten und dem von ihnen abgeschnittenen Stücke der Abscissenaxe liegt.

$2RC$ aber ist nichts anderes als das Rechteck, welches der eben beschriebenen Figur an Flächeninhalt gleich kommt und C dementsprechend die Höhe dieses Rechtecks oder die mittlere Ordinate.

Es handelt sich demnach nur darum, die durch die Werthe von $F(h)$ erhaltene Curve in ein Rechteck zu verwandeln, was planimetrisch leicht ausführbar ist.

In Wirklichkeit aber wird sich die Sache noch viel einfacher gestalten, da, wie gleich gezeigt werden soll, sehr wahrscheinlich ganz allgemein das Gesetz gilt

$$F(+h) = -F(-h),$$

so dass C immer gleich Null wird und auch

$$F(0) = 0.$$

Die hier gegebenen Entwickelungen sind im Grunde genommen nichts anderes als ein Ausbau des von Gauss in Artikel 16 der »Allgemeinen Theorie« ausgesprochenen Satzes, wonach die Kenntniss der nach Westen (Osten) gerichteten Componente der horizontalen magnetischen Kraft für die ganze Erdoberfläche, und jene der nach Norden gerichteten in irgend einer vom Nordpol zu Südpol gehenden Linie hinreicht, um die Vertheilung der horizontalen magnetischen Kräfte für die ganze Erde zu bestimmen und damit auch den Verlauf des Potentials.

III. An jenen Stellen der Erdoberfläche, an welchen die Richtung der Declinationsnadel in den astronomischen Meridian fällt, d. h. in

der agonischen Linie, hat die Componente Y den Werth 0, d. h. an jenen Stellen ist

$$\frac{\partial V}{\partial y} = 0.$$

Da nun $V = V_n + V_a$ ist und da $\frac{\partial V_n}{\partial y}$ ohnehin stets gleich 0 ist, so gilt für die Punkte der agonischen Linie auch die Gleichung

$$\frac{\partial V_a}{\partial y} = 0.$$

Hieraus folgt, dass für jeden Parallelkreis sowohl das Potential als auch die Anomalie an jenen Punkten Maximal- oder Minimalwerthe erreichen, in welchen der Parallelkreis von den agonischen Linien geschnitten wird.

Anders ausgedrückt heisst dies:

»Die Stellen, an welchen die Gleichgewichtslinien oder die Isano-»malen die Parallelkreise berühren, müssen auf den agonischen Linien »liegen.«

oder

»Die Scheitel, d. h. die südlichsten und die nördlichsten Punkte »der Gleichgewichtslinien sowie der Isanomalen fallen in die agonischen »Linien.«

Diese Sätze geben ein einfaches Mittel an die Hand, um nicht nur die nach irgend welchem Verfahren erhaltenen Gleichgewichtslinien,[1] sondern auch die Isanomalen durch Vergleich mit den unmittelbar nach den Beobachtungen construirten agonischen Linien auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

IV. An jenen Stellen, an welchen die Isanomalen die terrestrischen Meridiane tangiren, also genau von Nord nach Süd verlaufen, ist $\frac{\partial V_a}{\partial x} = 0$.

Dementsprechend ist an jenen Stellen

$$X = \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial V_n}{\partial x} = X_n.$$

Da V_n als normales Potential für alle Punkte desselben Parallelkreises bezeichnet wurde, so kann man auch $X_n = \frac{\partial V_n}{\partial x}$ als den normalen Werth der meridionalen Componente der Intensität bezeichnen.

Man kann mithin den gefundenen Satz auch folgendermaassen ausdrücken:

»In allen Punkten, in welchen die Isanomalen im Sinne des »terrestrischen Meridians verlaufen, hat die nach Norden gerichtete

[1] Vergl. G. Neumayer, Atlas d. Erdmagnetismus. S. 16. Gotha 1891.

»Componente des Erdmagnetismus den für den betreffenden Parallel»kreis geltenden normalen Werth.«

Da man den Werth von X mit Hülfe der Karten für Declination und für Horizontalintensität leicht ermitteln kann, so besitzt man in diesem Satze abermals ein Hülfsmittel, um die in eine Karte eingetragenen Isanomalen auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Es wird später gezeigt werden, dass sich die Werthe von V_n mit einem hohen Grade der Annäherung durch die Formel $V_n = K \sin \beta$ ausdrücken lassen, sollte sich, wie sehr wahrscheinlich ist, dieser Satz als streng gültig erweisen, so ergäbe sich

$$X_n = K \cos \beta.$$

In jenen Punkten, in welchen Isanomalen den Aequator senkrecht schneiden, wäre alsdann

$$X = X_n = K,$$

d. h. die nach Norden gerichtete Componente des Erdmagnetismus würde an jenen Stellen numerisch denselben Werth haben, wie das Potential an den Erdpolen.

IV. Da die Isanomalen in sich geschlossene Curven sind, so muss es auf der Erdoberfläche Stellen geben, an denen die Anomalie ein Maximum oder Minimum wird. Man kann diese Punkte passend als die »Pole der Isanomalen« bezeichnen.

Diese Pole müssen auf den agonischen Linien liegen.

Dies ergiebt sich aus der nachstehenden einfachen Überlegung:

Die Stellen, an welchen die Anomalie einen Maximal- oder Minimalwerth erreicht, kann man jedenfalls mit Linien umschliessen, in welchen dieselbe einen constanten um einen bestimmten Betrag kleineren oder grösseren Werth besitzt. Solche Linien sind Isanomalen und es muss demnach sowohl der nördlichste als der südlichste Punkt derselben auf der nämlichen agonischen Linie liegen.

Denkt man sich nun die umschliessende Linie kleiner und kleiner werdend, so fallen schliesslich diese beiden Punkte mit einander und mit dem eingeschlossenen Punkte zusammen und muss dementsprechend auch der letztere, d. h. der Pol der Isanomalen auf der agonischen Linie liegen.

Für diese Pole gelten ausserdem noch einige wichtige Sätze, die ich hier entwickeln will.

Da

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial V_n}{\partial x} + \frac{\partial V_a}{\partial x}$$

und da $\frac{\partial V_a}{\partial x}$ an den Stellen, wo V_a ein Maximum oder ein Minimum

wird, das Vorzeichen wechselt, so muss $\frac{\partial V_a}{\partial x} = X_a$ in den Polen der Isanomalen selbst gleich Null werden und mithin

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial V_n}{\partial x} = X_n,$$

überdies ist an diesen Punkten $\frac{\partial V}{\partial x} = H$, da sie in der agonischen Linie liegen und da in dieser Linie die nordwärts gerichtete Componente mit der Horizontalintensität zusammenfällt.

Man gelangt mithin zu dem Satze:

»In den Polen der Isanomalen hat die horizontale Intensität den »für den betreffenden Parallelkreis geltenden normalen Werth.«

Ferner folgt aus

$$\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial V_n}{\partial x} = \frac{\partial V_a}{\partial x},$$

dass die Differenz zwischen der thatsächlich beobachteten nordwärts gerichteten Componente des Erdmagnetismus und dem normalen Werthe dieser Grösse beim Überschreiten des Poles der Isanomalen das Vorzeichen wechselt.

Dieser Satz giebt ein Mittel an die Hand, um für Epochen, für welche man nicht die genügenden Angaben besitzt, um den Verlauf der Gleichgewichtslinien oder der Isanomalen zu bestimmen, wenigstens annäherungsweise die Lage der Pole der Isanomalen anzugeben, sofern nur die Lage der agonischen Linie und der Verlauf der Horizontalintensität auf dieser Linie einigermaassen bekannt ist.

Die Isanomalen des erdmagnetischen Potentials für 1880.0.

Die beiliegende Karte giebt die Isanomalen für die Epoche 1880.0. Zu ihrer Construction dienten die von G. v. Quintus Icilius[1] bearbeitete Karte des magnetischen Potentials für den genannten Zeitpunkt.

Der Grund, weshalb ich gerade diese Karte als Ausgangspunkt wählte, lag einerseits darin, dass ich mich mit dieser Aufgabe bereits beschäftigte, noch ehe der Neumayer'sche Atlas des Erdmagnetismus erschienen war, andererseits aber in einem rein äusserlichen Umstande.

Ich besass nämlich zufälliger Weise zwei Exemplare dieser Karte, so dass ich das eine derselben gleich als Arbeitskarte benutzen konnte, wozu sie sich wegen ihrer lichten Ausführung ohnehin besonders gut eignete.

Zur Construction der Isanomalen bestimmte ich nun vor Allem die Werthe des Potentials von 10 zu 10 Breitengraden und von 20

[1] Archiv der Deutschen Seewarte. Jahrg. 1881 Nr. 2.

zu 20 Längengraden durch graphische Interpolation bis zur dritten Decimale in C. G. S. Einheiten bez. bis zur zweiten in den von G. v. Quintus Icilius gebrauchten Gauss'schen Einheiten.

Hiebei blieb freilich die letzte Decimale wegen der kleinen Dimensionen der zu Grunde gelegten Karte noch mit ziemlich grosser Unsicherheit behaftet.

Da es sich für mich jedoch zunächst nur darum handelte, einen ersten Versuch zu machen, und nur im Allgemeinen einmal den Verlauf der Isanomalen zu ermitteln, so glaubte ich mich dabei beruhigen zu können.

Ich theile deshalb die gewonnenen Linien auch nur in sehr kleinem Maassstabe mit, um keine höheren Ansprüche auf Genauigkeit zu erwecken, als thatsächlich berechtigt sind.

Eben deshalb hielt ich es auch für genügend, bei diesem ersten Versuch nur für die oben genannten 308 Punkte die Werthe des Potentials durch Interpolation zu ermitteln, wobei freilich die Werthe für die beiden Pole aus je 18 Einzelwerthen abgeleitet sind, d. h. 342 Zahlen durch Interpolation bestimmt worden sind.

Diese natürlich nur rohe Annäherung schien mir für einen ersten Versuch um so mehr statthaft, als man bei Benutzung von bereits vorhandenen Karten über die Vertheilung des Potentials doch immer nur Werthe zu Grunde legt, die mit Hülfe des Gauss'schen Näherungsverfahrens gewonnen, und deshalb niemals im Stande sind, den thatsächlich vorhandenen Verlauf des Potentials genau wiederzugeben.

Um ein vollkommneres Bild zu erhalten, dürfte es sich empfehlen, bei einer Wiederholung der Arbeit den oben angegebenen Weg einzuschlagen und mit Benutzung der östlichen bez. westlichen Componente der Horizontalintensität direct die Isanomalen aus den beobachteten Werthen abzuleiten und aus ihnen erst den Verlauf der Gleichgewichtslinien.

Bei dem reichen Beobachtungsmaterial, über welches man heute verfügt, wird dieses Verfahren wahrscheinlich nicht nur viel rascher, sondern auch besser zum Ziele führen, als die mühselige Berechnung nach den Gauss'schen Formeln, die vor 50 Jahren das einzige Hülfsmittel bildeten, um die Aufgabe wenigstens näherungsweise zu lösen.

Aus den oben genannten durch Interpolation bestimmten Zahlen wurden nun zunächst die Mittelwerthe des Potentials für die Parallelkreise von 10 zu 10 Graden weiterschreitend abgeleitet, sowie für die beiden Pole.

Hiebei ergaben sich nun sofort zwei höchst überraschende Resultate.

Erstens zeigte sich, dass die Mittelwerthe des Potentials für die gleichen nördlichen und südlichen Breiten nahezu gleich sind, und sich nur durch das Vorzeichen von einander unterscheiden, ganz im

Gegensatz zu den Mittelwerthen der Temperatur, wo die entsprechenden Mittelwerthe sehr grosse Unterschiede aufweisen.

Ferner findet man, dass diese Mittelwerthe beinahe genau durch die Formel

$$V_n = K \sin\beta$$

dargestellt werden, ein Satz, der natürlich den vorstehenden in sich schliesst.

Dabei ist die Übereinstimmung zwischen den aus den interpolirten Zahlen abgeleiteten Werthen und den nach der Sinusformel berechneten eine so vollkommene, dass man auf die Vermuthung geführt wird, dass die Abweichungen von der Formel nur auf Ungenauigkeiten in den zu Grunde liegenden doch immerhin nur nach einem Näherungsverfahren berechneten Angaben, sowie auf die unvermeidlichen Fehler in den Interpolationen zurückzuführen seien.

Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass man in dem Gesetze

$$V_n = K \sin\beta$$

wirklich ein Naturgesetz vor sich habe, und dass man die daraus folgenden Werthe thatsächlich als Normalwerthe im vollsten Sinne des Wortes bezeichnen dürfe.

Zur Begründung des soeben Gesagten theile ich hier die nachstehende Tabelle mit, in welcher die empirisch gefundenen und die nach der Formel berechneten Werthe neben einander gestellt sind.

Mittelwerthe des erdmagnetischen Potentials für die einzelnen Breitenkreise.

Epoche 1880.0; C. G. S. Einheiten

β	$\frac{V_n}{R}$ (gefunden)	$\frac{V_n}{R}$ (berechnet)	Differenz
90° N	0.328	0.330	— 0.001
80	0.324	0.324	0.000
70	0.311	0.310	— 0.001
60	0.290	0.285	+ 0.005
50	0.259	0.253	+ 0.006
40	0.217	0.212	+ 0.005
30	0.169	0.165	+ 0.004
20	0.115	0.113	+ 0.002
10	0.059	0.057	+ 0.002
0	0.001	0.000	+ 0.001
10 S	— 0.063	— 0.057	— 0.006
20	— 0.115	— 0.113	— 0.002
30	— 0.167	— 0.165	— 0.002
40	— 0.213	— 0.212	— 0.001
50	— 0.252	— 0.253	+ 0.001
60	— 0.285	— 0.285	0.000
70	— 0.311	— 0.310	— 0.001
80	— 0.325	— 0.324	— 0.001
90	— 0.330	— 0.330	0.000

Das hier gefundene Ergebniss scheint mir vorerst das merkwürdigste der ganzen Untersuchung. Es muss um so mehr in Staunen versetzen, je unregelmässiger sich die Vertheilung der erdmagnetischen Elemente in Wahrheit darstellt, und je weniger Symmetrie die beiden Halbkugeln in dieser Hinsicht zu zeigen scheinen.

Diese Asymmetrie tritt gerade in den Isanomalen noch schlagender zu Tage als in den sonstigen Darstellungen der erdmagnetischen Elemente.

Die Pole der Isanomalen liegen nicht etwa auf dem Aequator oder symmetrisch zu demselben auf dessen beiden Seiten, sie liegen vielmehr beide auf der südlichen Halbkugel, und zwar in 26° südlicher Breite und 44° westlicher Länge, sowie in 49° südlicher Breite und 140° östlicher Länge. Dabei verhält sich der erste etwa 4½° südlich von Rio de Janeiro liegende der beiden secundären Pole wie der magnetische Nordpol, d. h. er zieht das Nordende der Nadel an, der andere aber, der etwa 10° südlich und 6° westlich von Melbourne zu suchen ist, wie der magnetische Südpol der Erde.

Bei dieser gewaltigen Asymmetrie der nördlichen und südlichen Hemisphaere hinsichtlich der Gestalt der Isanomalen muss die beinahe vollkommene Symmetrie und der einfache gesetzmässige Verlauf der Mittelwerthe des Potentials für die einzelnen Parallelkreise um so mehr überraschen, und die Vermuthung nahe legen, dass dieses Gesetz unbeeinflusst von der saecularen Änderung dauernd gültig bleibe.

Ja es hat sogar den Anschein, als ob auch die Constante K ihren Werth 0.330 beibehalte oder wenigstens nur geringe Änderungen erfahre, da die von Hrn. VON TILLO[1] freilich nur auf zwei Decimalen und nur von 70° nördlicher bis zu 60° südlicher Breite für die Epochen 1829 und 1885 berechneten Werthe von V_n sich nur sehr wenig von den hier gefundenen Grössen unterscheiden.

Betrachtet man aber die Formel $V_n = K \sin\beta$ thatsächlich als den Ausdruck für die Vertheilung des normalen Erdmagnetismus, so ergiebt sich daraus für den Abstand der nach gleichen Differenzen fortschreitenden Gleichgewichtslinien ein ausserordentlich einfaches Gesetz.

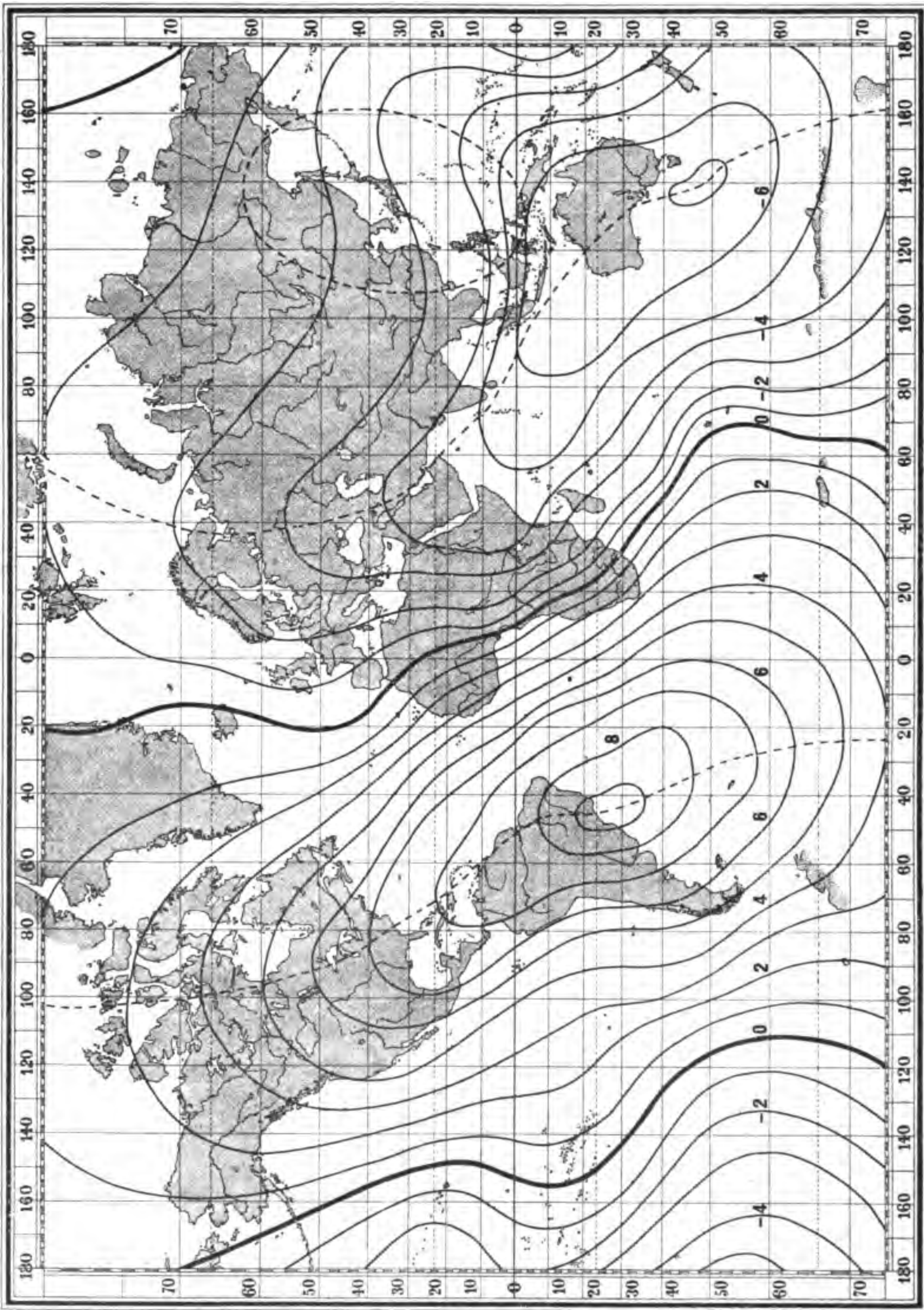
Man braucht nämlich nur die Erdaxe durch zum Aequator parallele Ebenen in gleiche Theile zu theilen, so sind die Durchschnitte dieser Ebenen mit der Erdoberfläche solche Linien. Die für gleiche Differenzen gezogenen Gleichgewichtslinien des normalen Potentials theilen demnach die Erdoberfläche in lauter Zonen von gleichem Flächeninhalt.

---

[1] Comptes Rendus. 8 Oct. 1894.

Die durch sie ausgedrückte Symmetrie der normalen Elemente des Erdmagnetismus sowohl in Bezug auf die Erdaxe als in Bezug auf den Aequator muss auf die Vermuthung führen, dass der Grund des normalen Erdmagnetismus in der Rotation der Erde zu suchen sei, obgleich sich zunächst noch nicht absehen lässt, von welcher Art dieser Zusammenhang sei.

Ausgegeben am 18. April.

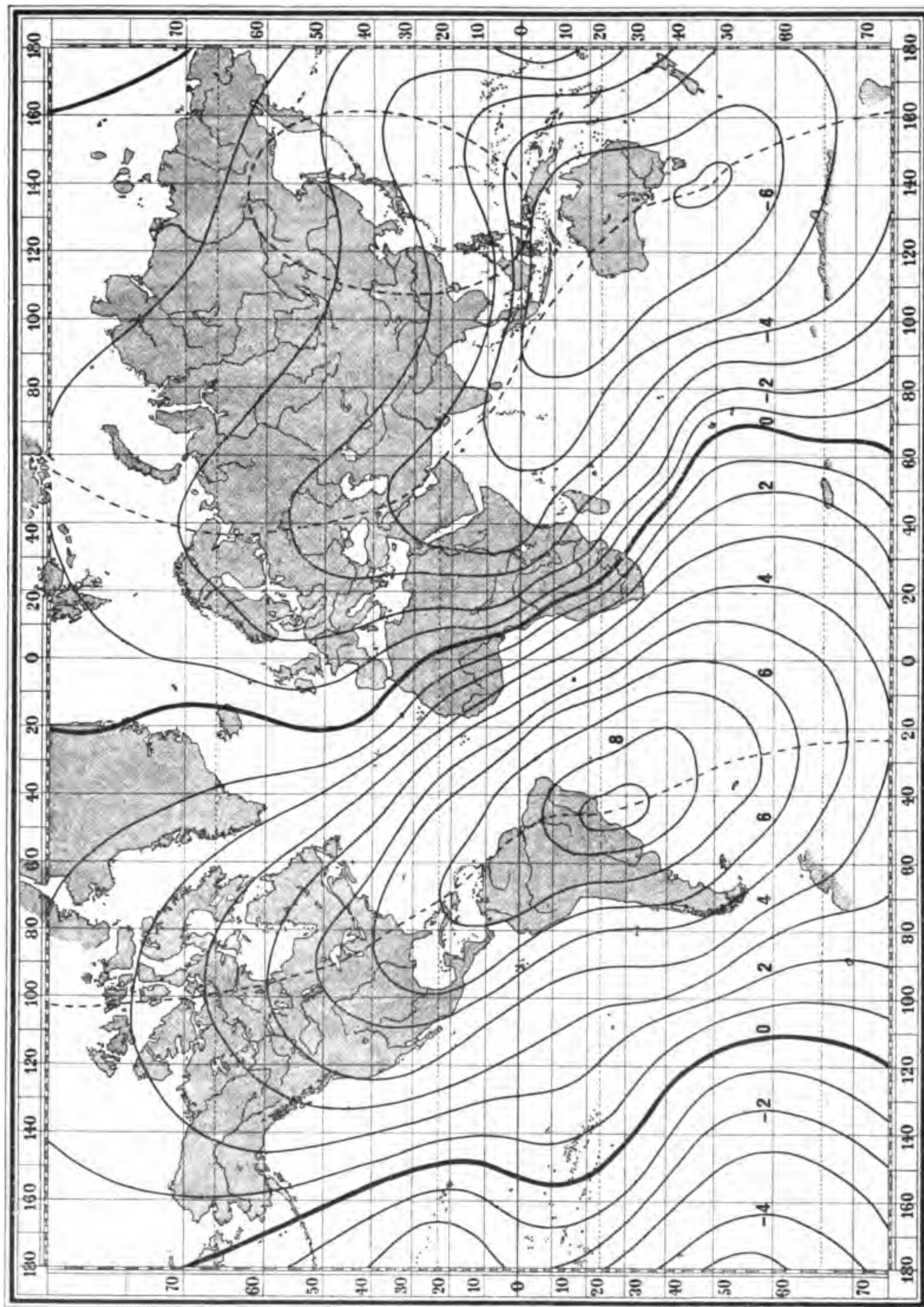


Isanomalen des erdmagnetischen Potentials für 1880.0.

VON **Bezold**: **Über Isanomalen des erdmagnetischen Potentials.**

Die durch sie ausgedrückte Symmetrie der normalen Elemente des Erdmagnetismus sowohl in Bezug auf die Erdaxe als in Bezug auf den Aequator muss auf die Vermuthung führen, dass der Grund des normalen Erdmagnetismus in der Rotation der Erde zu suchen sei, obgleich sich zunächst noch nicht absehen lässt, von welcher Art dieser Zusammenhang sei.

Ausgegeben am 18. April.



Isanomalen des erdmagnetischen Potentials für 1880.0.

von Bezold: Über Isanomalen des erdmagnetischen Potentials.

1895.

XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

4. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Hirschfeld legte die umstehend folgende Mittheilung 'Zur Geschichte des Christenthums in Lugudunum vor Constantin' vor.

Zur Geschichte des Christenthums in Lugudunum vor Constantin.

Von O. Hirschfeld.

Die Bearbeitung der Inschriften von Lyon für den im Druck befindlichen Theil des Corpus inscriptionum Latinarum, der den drei Gallischen Provinzen bestimmt ist, hat mir Anlass geboten, auch den Anfängen des Christenthums in dieser nördlichen Metropole des römischen Reiches nachzugehen. Es sei mir gestattet, einige Bemerkungen, die sich mir bei der Prüfung der literarischen Überlieferung und des inschriftlichen Materials zu ergeben schienen, an dieser Stelle vorzulegen.

Unsere Nachrichten über das Auftreten des Christenthums in Lugudunum reichen nicht über die letzte Zeit des Kaisers Marc Aurel zurück. Im Jahre 177[1] hat sich hier jener Christenprocess abgespielt, der zwar nur eine locale Bedeutung in Anspruch nehmen kann, der aber durch den gleichzeitigen und in seiner Einfachheit die Bürgschaft für seine Unverfälschtheit tragenden Bericht an die Heimatsgemeinden in Asien und Phrygien mit ergreifender Realität uns vor Augen gestellt wird. Es ist nicht meine Absicht, den zahlreichen Paraphrasen dieses von Eusebius im Wortlaute, wenn auch mit einigen Verkürzungen seiner Kirchengeschichte einverleibten Actenstückes[2], die in den mo-

[1] Das Jahr ist gesichert durch Eusebius *h. e.* V *prooem.* §. 1: *ἔτος δ' ἦν ἑπτακαιδέκατον αὐτοκράτορος Ἀντωνίνου Οὐήρου*, während er in der Chronik die Verfolgung an das Martyrium des Polycarp anknüpft und sie daher fälschlich zu dem 7. Jahre des Marc Aurel berichtet. Dieses Datum hat Dodwell *dissertationes Cyprianicae* c. XI §. 35 ff. verkehrter Weise zu schützen gesucht; seine Annahme, dass das Fest an der Ara in Lugudunum nur alle vier Jahre gefeiert worden sei und daher von dem Jahre der Einweihung 744 (Sueton. Claudius c. 2) an gerechnet, wohl im Jahre 920 = 167 n. Chr., aber nicht im Jahre 177 stattgefunden haben könne, ist ganz unbegründet. Vergl. über die Datierung Tillemont *mémoires* III S. 596 ff.; Mosheim *observat. sacr.* S. 174 ff.; Ruinart act. mart. (ed. 1802) S. 134, der mit Recht hervorhebt, dass Eusebius in der Chronik dem Papst Eleutherus (176–189), an den der Brief der Lyoner Christen gerichtet ist, im 17. Jahr des Marcus (nach der für die Chronologie nicht in Betracht kommenden Armenischen Übersetzung im 13.) zu seiner Würde gelangen lässt. Vergl. jetzt auch Donaldson *a critical history of christian literature and doctrine* 3 (1866) S. 251 ff.

[2] Eusebius *h. e.* V, 1. Dass Irenaeus, wie zuerst Oecumenius berichtet und seit Valesius Manche angenommen haben, der Verfasser des Briefes an den Papst sei, lässt sich durchaus nicht erweisen; vergl. Routh *reliquiae sacrae* I S. 325.

dernen Darstellungen dieses Ereignisses fast gleichlautend wiederkehren, eine neue hizuzufügen; doch dürfte es angemessen sein, einige an diesen Bericht sich knüpfende Fragen einer kurzen Erörterung zu unterziehen.

Nach der unzweideutigen Angabe des Eusebius sind es zwei gesonderte Gemeinden gewesen, nämlich die Gemeinden von Vienna und Lugudunum, die von dieser Katastrophe betroffen worden sind, denn er nennt als Berichterstatter *αἱ τῇδε διαφανέσταται ἐκκλησίαι* und sagt am Schluss (II §. 1): *τοιαῦτα συμβέβηκεν ἐκκλησίαις.* In dem Briefe selbst bezeichnen sich aber die Schreiber nur als *οἱ ἐν Βιέννῃ καὶ Λουγδούνῳ τῆς Γαλλίας παροικοῦντες δοῦλοι Χριστοῦ* und wenn, wie Duchesne in seiner kürzlich erschienenen Schrift: *fastes épiscopaux de l'ancienne Gaule* (B. 1 Paris 1894) nachzuweisen versucht hat, Vienna erst etwa in der Mitte des dritten Jahrhunderts einen Bischof erhalten hat, so wird man mit ihm annehmen müssen, dass Eusebius diese Worte irrthümlich auf zwei getrennte Gemeinden bezogen hat, während Vienna wahrscheinlich nur einen im Auftrage des Bischofs von Lugudunum fungirenden Diakon, und zwar den unter den Märtyrern als *τὸν διάκονον ἀπὸ Βιέννης* bezeichneten Sanctus (I § 17) damals als Vorstand der Gemeinde gehabt hat[1]. Auffallend ist allerdings, dass Vienna in der Adresse an erster Stelle erscheint. Es findet dies wohl darin seine Erklärung, dass die christliche Ansiedelung in dieser Stadt die ältere gewesen ist[2], wie überhaupt das Christenthum in Gallien seinen Weg von Süden über die Rhone hinaus genommen haben wird.

Der Ort, an dem sich das Martyrium abgespielt hat, wird in dem Berichte nicht genannt, aber es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass nicht Vienna, das von der Christenverfolgung ganz unbehelligt geblieben zu sein scheint, sondern Lugudunum der Schauplatz desselben gewesen ist. Die entscheidenden Gründe[3] sind die Bezeichnung des Statthalters als *ἡγεμών*[4], während der Proconsul der Narbonensis in einem Schriftstück dieser Zeit *ἀνθύπατος* genannt sein würde; ferner vor Allem die Erwähnung des *χιλίαρχος* mit seinen Soldaten, d. h. der in Lugudunum stationirten 13. städtischen Cohorte mit ihrem Tribunen und der *πανήγυρις πολυάνθρωπος ἐκ πάντων τῶν ἐθνῶν συνερχομένων εἰς αὐτήν*, womit, wie wohl mit Recht angenommen wird, die jährlich an der *ara Romae et Augusti* zusammenkommende

---

[1] Duchesne a. a. O. S. 39 ff.

[2] An eine Stiftung der Gemeinde durch den angeblichen Schüler des Paulus: Crescens, der bei Ado als erster Bischof von Vienna figurirt, ist selbstverständlich nicht zu denken, vergl. Duchesne a. a. O. S. 151 ff.

[3] Vergl. Neumann der römische Staat und die allgemeine Kirche I S. 29 A. 6.

[4] Wer damals Statthalter der Lugdunensis gewesen ist, wissen wir nicht; keineswegs Septimius Severus, wie Valesius vermuthet hat, der erst 10 Jahre später diese Stellung erhalten hat.

Festversammlung gemeint ist. Ein Amphitheater und ein Gefängniss hat es freilich ohne Zweifel auch in Vienna gegeben[1], wenn auch beide, ja sogar nach einer erst neuerdings von Allmer richtig gelesenen Inschrift der Schliesser des öffentlichen Kerkers, nur in Lugudunum[2] ausdrücklich bezeugt sind; in diesem, nicht in dem Militärgefängniss der 13. Cohorte[3], sind die Lyoner Märtyrer gefangen gehalten worden und haben zum Theil in ihm ihren Tod gefunden. Die in Lugudunum abgeurtheilten Christen aus Vienna müssen also dort verhaftet worden und daher der Jurisdiction des kaiserlichen Statthalters anheimgefallen sein: eine Erweiterung der an und für sich nur auf die der eigenen Provinz Angehörigen beschränkten Machtbefugniss der Statthalter, die betreffs der in der Provinz ergriffenen fremden Übelthäter durch kaiserliche Erlasse geregelt war[4].

Ist demnach über die Stadt, in der sich das Martyrium abgespielt hat, ein Zweifel nicht möglich, so sind dagegen über die Localität innerhalb derselben sehr verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Die Verhöre finden auf dem Forum statt, also in der Gegend der Anhöhe von Fourvière, die ihren Namen von dem *Forum vetus* erhalten hat; die Thierkämpfe, in denen ein grosser Theil der Märtyrer ihren Tod gefunden haben, spielen sich in dem Amphitheater von Lugudunum ab, das ältere Lyoner Gelehrte an der *place St.-Jean*, etwas östlich von Nr.-Dame-de-Fourvière gesucht haben[5]. Die sichere Lage, etwas weiter westlich, haben aber erst neuere Ausgrabungen ergeben, bei denen im Jahre 1887 an der Ecke der *rue Cléberg* und *rue du juge de paix* auf dem Lafon'schen Grundstücke bedeutende Reste der Substructionen des Amphitheaters zu Tage traten, das demnach in unmittelbarer Nähe des Forums, des Theaters und des wohl mit Recht bei dem heutigen Hospital *de l'Antiquaille* gesuchten Gefängnisses gelegen war[6]. Allerdings hat Lugudunum noch ein zweites Amphitheater besessen und zwar in unmittelbarer Nähe und zugehörig zu der *ara Romae*

---

[1] Vergl. die bei Friedlaender Sittengeschichte II[6] S. 579 angeführten Zeugnisse und besonders Allmer *inscr. de Vienne* 2 S. 413. Die Grabschrift eines Gladiators in Vienne C. I. L. XII, 1915.

[2] Allmer-Dissard, *musée de Lyon* I S. 235 n. 45: *clavic(ularius) carc(eris) p(ublici) Lug(udunensis)*.

[3] Ein *optio karceris ex cohort(e) XIII urban(a)* bei Allmer-Dissard a. a. O. n. 89.

[4] Paulus digg. I, 18 (*de officio praesidis*), 3: *praeses provinciae in suae provinciae homines tantum imperium habet .... habet interdum imperium et adversus extraneos homines, si quid manu commiserint: nam et in mandatis principum est, ut curet is, qui provinciae praeest, malis hominibus provinciam purgare, nec distinguuntur unde sint.* Vergl. Gouilloud *St.-Pothin et ses compagnons martyrs* (Lyon 1868) S. 253.

[5] Vergl. Renan *la topographie chrétienne de Lyon* in *Journal des Savants* 1881 S. 339 ff., besonders S. 345.

[6] Allmer-Dissard *musée de Lyon* II S. 32 und S. 297 ff.

et Augusti, deren Reste vor wenigen Decennien auf der Stelle des alten *Jardin des Plantes* in dem *quartier des Terreaux*, an dem Hügel St.-Sébastien, aufgedeckt worden sind[1]. Es ist daher wohl die Ansicht geäussert worden, dass sich hier wenigstens der zweite Act des Martyriums abgespielt habe, der mit Rücksicht auf die bevorstehende Festversammlung der Gallischen Provinzen verschoben worden war[2]. Aber es ist dabei übersehen, dass dieser heilige Bezirk nicht auf dem Gebiet von Lugudunum lag, sondern in dem für diesen Zweck eximirten *pagus Condate*, (es ist das keltische Wort für den im Alterthum hier befindlichen Zusammenfluss der Rhône und der Saône: *ad confluentem Araris et Rhodani*), der daher nicht unter den Colonialbehörden, sondern unter einem eigenen, bereits in seinem Titel den sacralen Charakter des Ortes bezeugenden *magister pagi* stand[3]. Das Verhör aber, wie auch die Hinrichtung der Christen, findet offenbar in der Stadt selbst und unter Assistenz der städtischen Behörden statt, die als die προεστηκότες τῆς πόλεως, d. h. die Duovirn und sonstigen Beamten der Colonie, gemeinsam mit dem Statthalter und seinen Soldaten gegen die Christen einschreitend, in dem Berichte mehrfach erwähnt werden. Ist es ferner in hohem Grade unwahrscheinlich, dass man diese grausigen Hinrichtungen an der ausschliesslich dem Kaiserculte geweihten Stätte vollzogen haben sollte, so werden wir unbedenklich uns der Ansicht derjenigen anschliessen, die das Martyrium in das städtische Amphitheater auf der Höhe von Fourvière verlegen[4].

Auch mit dieser Localisirung ist freilich das bekannte Zeugniss Gregors von Tours nicht zu vereinigen: *locus autem ille, in quo passi sunt, Athanaco vocatur ideoque et ipsi martyres a quibusdam vocantur Athanacenses*[5]. Denn wenn auch Athanacum, das heutige Ainay, in älterer Zeit auch das rechte Ufer der Saône bis an den Hügel von St.-Irénée umfasst haben dürfte[6], so hat es doch keineswegs sich soweit nach

---

[1] Martin-Daussigny *notice sur l'amphithéâtre et l'autel d'Auguste à Lugdunum* in *Congrès archéolog. de la France* 29 (1862) S. 418 ff.; vergl. Allmer-Dissard a. a O. I S. 31 ff. Für die Behauptung eines Herrn Vermorel in Lyon bei Renan a. a. O. S. 344 und Marc-Aurèle S. 331 Anm., dass die gefundenen Mauerreste mit den Sitzen der gallischen Deputirten nicht einem Amphitheater, sondern einer mit dem Altar in Verbindung stehenden Exedra angehören, stehen die Beweise vollständig aus: wenigstens ist mir und auch Hrn. Allmer, wie er mir schreibt, von einer seit langen Jahren in Aussicht gestellten Publication dieses Herrn nichts bekannt geworden.

[2] Dies ist die Ansicht von Martin-Daussigny a. a. O.

[3] Vergl. die Weihung an Diana, die ein *magis[t]er pagi bis* ... *l(oco) d(ato) d(ecreto) p(aganorum) Cond(atensium)* vollzieht: Allmer-Dissard II S. 47 n. 109.

[4] Allmer-Dissard II S. 32 ff. und S. 299.

[5] Gregorius *in gloria martyrum* c. 48. Ganz verfehlt ist die Annahme Daussigny's a. a. O., dass für *passi* zu lesen sei *sepulti*.

[6] Renan im *Journal des Savants* 1881 S. 346: '*un des résultats les plus intéressants obtenus par les recherches de Mr. Guigue c'est d'avoir montré que la localité d'Athanacum*

Norden erstreckt, um das Amphitheater in sich zu schliessen. Es mag sein, dass bereits zu Gregors Zeit die Kirche von Ainay den Ruhm für sich in Anspruch nahm, die übrigens von der römischen Behörde verbrannten und in den Fluss geworfenen[1] Gebeine der Märtyrer zu besitzen (beachtenswerth ist, dass Gregor sie nur *a quibusdam* als *martyres Athanacenses* bezeichnen lässt), oder, wie Renan meint[2], was aber zur Erklärung mir nicht ausreichend scheint, hier der älteste Sitz der christlichen Bevölkerung gewesen sei: in keinem Fall wird man Gregors Autorität betreffs eines 400 Jahre vor seiner Zeit liegenden Ereignisses für gewichtig genug halten, um sicheren topographischen Ergebnissen gegenüber in die Wagschale zu fallen[3].

Von den im Jahre 177 um das Leben gekommenen Märtyrern werden bei Eusebius nur zehn mit Namen erwähnt: der Bischof Pothinus, der Diakon von Vienna: Sanctus, ferner Alcibiades, der Arzt Alexander aus Phrygien, der römische Bürger Attalus aus Pergamum, Maturus, Ponticus, Vettius Epagathus, die Frauen Biblias (oder wohl richtiger Byblis) und die heroische Sclavin Blandina. Eusebius verweist diejenigen, die sämmtliche Namen wissen wollen, auf seine *μαρτυρίων συναγωγή*, in der er den vollständigen Brief mit der ganzen Liste der getödteten, wie auch der am Leben gebliebenen Bekenner mitgetheilt habe.

Diese Schrift des Eusebius ist leider nicht erhalten; doch ist die Liste der Märtyrer bei Gregorius und in mehreren Martyrologien zum 2. Juni überliefert und ich halte es für geboten, dieselbe auf Grund der neuesten kritischen Bearbeitungen hier folgen zu lassen: 1. Für das Martyrologium Hieronymianum (= H) gebe ich nach der Ausgabe von De Rossi und Duchesne die Varianten des Berner (= Hb) und Echternacher (= He) Codex; der Weissenburger kommt kritisch für die Liste nicht in Betracht, auch fehlen hier die letzten 18 Namen; er giebt dafür nur die Notiz: *hii sunt qui in carcere spiritum reddiderunt cum aliis XVII* (so) *mart(yribus)*[4]. Ich gebe die im Hieronymianum im Genetiv stehen-

---

ou Ainai n'etait pas autrefois, comme aujourd'hui, bornée à la rive gauche de la Saône, et que l'on appelait 'podium Athanacense' la colline de St.-Irénée située sur la rive droite'.

[1] Eusebius *h. e.* V, 1, 62: τὰ οὖν σώματα τῶν μαρτύρων ... κατεσαρώθη εἰς τὸν Ῥοδανὸν ποταμὸν πλησίον παραρρέοντα (man würde vielmehr den Araris erwarten), ὅπως μηδὲ λείψανον αὐτῶν φαίνηται ἐπὶ τῆς γῆς ἔτι.

[2] Renan im *Journal des Savants* 1881 S. 346 fg. und *Marc Aurèle* S. 338 Anm. 3.

[3] Verfehlt ist der von Alphonse de Boissieu *Ainay, son autel, son amphithéâtre, ses martyrs* (Lyon 1865) gemachte Versuch, die Angabe Gregors als richtig zu erweisen.

[4] In dem Cod. Bernensis und Epternacensis des Hieronymianum (im Wissenb. ganz verkürzt) sind der Lyoner Märtyrerliste zwei Nachträge angehängt; der erste mit der Unterschrift *item alii in Lugdu(no)* (*Lugdunensium* B): *Vincentii, Ninae* (*Nicae* E), *Prisci, Sepacae, Hilari, Felicis, Castulae;* der zweite: *item in eodem loco: Epagati, Emeliae* (*Amelia* E), *Donatae.* Die in dem ersten Anhang genannten Märtyrer kehren jedoch sämmtlich am 1. Juni unter den Martyres Thessalonicenses wieder und sind offenbar

den Namen, insoweit ein Zweifel an der Nominativform ausgeschlossen ist, im Nominativ. — 2. Gregorius *in gloria martyrum* c. 48 (= G) nach der Ausgabe von Krusch (1885) mit den Varianten der Handschriften (1*a* = cod. Paris. lat. 2204 saec. IX; 1*b* = cod. Paris. lat., *nouv. acq.*, 1493 saec. IX–X; 2 = cod. Paris lat. 2205 saec. X; 3 = cod. Claromontan. n. 1 saec. X). — 3. Das im Codex Velseri: Monacens. lat. n. 3514 (=V) saec. VII auf S. 232 enthaltene Verzeichniss nach Krusch in seiner Gregor-Ausgabe S. 878, der es zuerst herausgegeben hat. — 4. Das Martyrologium Adonis (= A) nach der Ausgabe von Rosweyde (von mir in der Pariser Ausgabe des Martyrologium Romanum von 1645 benutzt). — 5. Das Martyrologium Notkeri (= N) nach der offenbar durch Lesefehler (n. 13 Vilia für Julia, n. 23 Matema für Materna, die ich nicht anführe) entstellten Ausgabe des Canisius. Ingolstadt 1604 S. 759 ff. — Die übrigen Martyrologien bieten, so weit ich sehe, keinen Ertrag[1], auch Usuardus nennt nur Fotinus, Zacharias, Sanctus, Epagatus, Maturus, Attalus, Albina, Grata *cum aliis quadraginta*, mit besonderer Hervorhebung der Blandina. — Die bei Eusebius in der Kirchengeschichte genannten sind durch gesperrten Druck hervorgehoben.

1. Pothinus episcopus	Photinus A G (G nochmals am Schluss) N, Potinus He, Rotinus Hb; fehlt in V.
⟨Zacharias presbyter⟩	Zaccharias G, fehlt in V.
2. Vettius Epagathus	Vittius Hb, Vetitius N (wenn richtig edirt), fehlt bei A. — Epagatus G A, qui et Repagatus N, fehlt in H V.
3. Macarius	Macarius A, Macharius G H N V.
4. Alcibiades	Alcibiades A, Alcipiades V, Alcipiadis G, A'lcipiadis (gen.) He, Asclipiades Hb, Asclepiades, qui alio nomine dicitur Alcibiades N.
5. Silvius	
6. Primus	
7. Ulpius	Alpius G (cod. 1*a* von anderer Hand in Ulpius verbessert).

durch ein blosses Versehen an dieser Stelle nochmals aufgeführt. Von den drei Namen der zweiten Liste ist Epagat(h)us allem Anschein nach nur das von seinem Gentile Vettius (n. 2) abgetrennte Cognomen; Aemilia ist ebenfalls vielleicht nur aus der grossen Märtyrerliste (n. 41, vergl. n. 45) noch einmal wiederholt und Donata (der Name ist in den Märtyrerverzeichnissen äusserst häufig, vergl. den Index zum Hieronymianum S. 164 f. *s. v.*) mag aus einer anderen Liste hierher versprengt sein, so dass auch diese schwerlich als uns sonst unbekannte Lyoner Märtyrer anzusehen sind.

[1] Vergl. über dieselben Henschen in der Einleitung zu den Lyoner Märtyreracten (*Acta Sanctorum* zum 2. Juni) und dazu Krusch a. a. O. S. 878 A 1: '*Bollandiani in analectis* III p. 154 *catalogum e Gregorio interpolatum atque pessime depravatum e codice Bruxellensi* n. 207–8 saec. XIII f. 265' *ediderunt*'.

8. Vitalis	Vitali (gen.) Hb.
9. Cominius	Cominius G cod. 3, Comminius G (cod. 1. 2) V, Comini (gen.) Hb, Cummini (gen.) He, Cominus A, Comminus N.
10. October	Octobrius V, Octuber G 3 A.
11. Philum[e]nus	Philuminus A, Philominus G N, Filominus He V, Philimonus Hb.
12. Geminus	Geminas V.
13. Julia	
14. Albina	Albinus Hb.
15. Grata	
⟨Rogata⟩	nur bei A und N.
16. Aemilia	Aemilia A, Aemelia G V, Emilia He (fehlt in Hb), Aemylia N.
17. Potamia	Potamia A H N, Potomene V, Postumiana G.
18. Pompeia	Pampeia Hb.
19. Rhodana	Rhodana A N V, Rodana H, Rodona G (Rodane cod. 3, ed. pr.).
20. Biblis (Byblis?)	Biblias EUSEBIUS, Bliblis Hb.
21. Quartia	Quarta G N.
22. Pontica	nur in V.
23. Materna	
24. Helpis quae et Ammas	Helpe que et Ammas V, Helpes quae et Amnas A, Elpis quae et Ammas N, Elpenipsa Stamas G (Stiamas cod. 3), Hilpis (ohne Zusatz) H.

hii (hi sunt A) autem qui (qui fehlt bei G N) ad bestias (ad bestiis V, bestiis A G cod. 1. 2, a bestiis G cod. 3 traditi sunt (fehlt ganz in He):

25. Sanctus diaconus	Sanctus fehlt in He; Sanctus et (statt diaconus) G (et fehlt in cod. 3 und bei A).
26. Maturus	Martyrus Hb, Marturus G cod. 1*b* (corrig.).
27. Attalus	Attulus Hb, fehlt bei G.
28. Alexander	
29. Ponticus	Pontecus H, Ponticus et V.
30. Blandina	

hii sunt (hii autem V, hi vero A) qui in carcere (carcerem G 1*a*. *b* und V) spiritum reddiderunt (fehlt ganz in He):

31. Aristaeus	Aristaeus A, Aristeus N, Aresteus Hb, Atristeus He, Arestius G 1*b*. V, Arescius G 1*a* und 2. 3.
32. Cornelius	Cornilius He V.
33. Zosimus	Zotimus G 1. 2, Zozimus G 3.
34. Titus	
35. Julius	
36. Zoticus	
37. Apollonius	Appollonius He, fehlt bei G.
38. Geminianus	fehlt bei G.

39.	Julia	fehlt bei G.
40.	Auxentia (oder Ausonia)	Auxentia V, Ausonia A N, Ausona H, fehlt bei G.
41.	Aemilia	Aemilia A, Aemylia N, Aemelia G (Amelia cod. 3), it(em) Emilia (Emelia Hb) H, item Aemelia V.
42.	Jamnica (?)	Jamnica A Hb (Nica He), Jannica N, Gamnica V, Gamnita G 1*a*. 2 (Jamnita cod. 1*b*, Ganita cod. 3)
43.	Pompeia	item Pompeia V.
44.	Domna	Domina He, Alumna G.
45.	Mamilia	Mamilia G (Mammilia cod. 1*b*) V, Amilia H, fehlt bei A N.
46.	Justa	
47.	Trophima	Trophima ANG cod. 3, Trofima Hb (Tropima He) V, Trifima G 1*a*. 2 (Trifyme 1*b*).
48.	Antonia	et Antonia V.

Allen Verzeichnissen liegt offenbar eine gemeinsame Quelle, die oben genannte Schrift des Eusebius über die Martyrien zu Grunde, doch wird eine directe Benutzung vielleicht bei keinem derselben anzunehmen sein. Ohne Zweifel ist schon in früher Zeit eine lateinische Liste der Lyoner Märtyrer aus Eusebius angefertigt worden, aus der dann, vielleicht mit Zuhülfenahme der Kirchengeschichte des Eusebius selbst oder seines Übersetzers Rufinus, sowohl Gregorius als die Verfasser der Martyrologien mit mehr oder weniger Sorgfalt geschöpft haben[1]. Dass der angebliche Lyoner Presbyter Zacharias nur in Folge der missverständlichen oder mindestens zu einem Missverständniss Anlass gebenden Übersetzung des Rufinus[2] aus dem zum Vergleich mit dem Märtyrer Vettius Epagathus herangezogenen Vater des Johannes des Täufers entstanden sei, ist eine trotz des dagegen erhobenen Widerspruchs[3] unzweifelhaft richtige Bemerkung des Valesius in seiner Ausgabe des Eusebius. Demnach ist dieser Name aus dem Märtyrerverzeichniss zu eliminiren und er fehlt bemerkenswerther Weise auch in dem alten Velser-Codex, während alle übrigen ihn an zweiter Stelle nennen. Auch der Bischof Pothinus ist nicht in dem in diesem Codex enthaltenen Verzeichniss aufgeführt, wohl weil die Märtyrer in dem zu Grunde liegenden Verzeichniss bezeichnet waren als *Pothinus episcopus cum XLVII martyribus*. — Der an dritter Stelle stehende Vettius (bei Rufinus: Vectius) Epagathus ist mit vollem Namen bei Gregorius ge-

[1] Vergl. Krusch a. a. O. S. 878: '*cum autem supra* (S. 521 Anm. 2) *scripserim, praeter translationem Rufini aut alio Latino aut ipso textu Graeco Gregorium vel eum quem exscripsit usum esse, iam praeter Rufinum hunc catalogum* (d. h. die Vorlage des im Velser-Codex gegebenen Katalogs) *habuisse iudicandus est, unde Biblidem novit, quam Rufinus eandem ac Blandinam duxerat*'.

[2] Vergl. darüber Cacciari in der Ausgabe des Rufinus (Rom 1740) am Ende der (nicht paginirten) Praefatio

[3] Tillemont *mémoires* 3 S. 599 ff.

nannt (auch in der verdorbenen Überlieferung bei Notker, ferner im grossen Martyrologium Romanum: *Vetii Epagathi*), während im Velser-Codex nur das Gentile, im Hieronymianum und bei Ado nur das Cognomen sich finden; doch scheint im ersteren der in dem Nachtrage genannte Epagat(h)us nur irrthümlich von hier abgetrennt und an jene Stelle gekommen zu sein (vergl. S. 385 A. 5). — Die Entstehung der Corruptel Asclepiades (n. 4) aus Alcibiades (vergl. Notker: '*Asclepiades, qui alio nomine dicitur Alcibiades*') liegt deutlich im Echternacher Codex des Hieronymianum zu Tage, wo die ursprüngliche Lesung *Alcipiadis* durch das (wohl von späterer Hand?) übergeschriebene *s* den Übergang zu der falschen Namensform zeigt. — Der Name Rhodana (n. 19) soll, wie Montet (*la légende d'Irénée et l'introduction du christianisme à Lyon.* Genève 1880 S. 49) vermuthet, durch ein Missverständniss aus dem Flusse Rhodanus in die Liste geflossen sein; gewiss mit Unrecht; denn der Name ist wenigstens in seiner Masculinform gut bezeugt, vergl. CIL. V 3677. 5559 (?); IX 322. — Bei Helpis (n. 24; fehlt im Hieronymianum der Zusatz *quae et Ammas* (*Amnas* bei Ado) Ammas ist als sacraler Name bezeugt, vergl. Lobeck Aglaophamus II S. 822; Amnas bei Gruter 757,6 (= CIL. XI n. 142) ist verlesen aus Ammias), bei Gregorius ist der Name durch die Abschreiber zu *Elpenipsa, Stamas,* wahrscheinlich aus *Elpe ipsa et* (ἡ καὶ) *Am(m)as* entstellt. — Ob n. 40 Auxentia (so im Velser-Codex) oder Ausonia die richtige Form ist, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, doch ist bei ersterer eine Interpolation weniger wahrscheinlich; beide Namen sind wohl sonst kaum vor dem vierten Jahrhundert nachweisbar. — Der Name Jamnica n. 42 (so der Bernensis des Hieronymianum und Ado) ist meines Wissens nirgends bezeugt; vielleicht ist aus der Überlieferung in dem Velser-Codex und bei Gregorius der nicht seltene Name Gamica herzustellen. — Alumna n. 44 bei Gregorius ist offenbar nur ein Abschreiberfehler für Domna. — Mamilia n. 45 scheint, worauf auch die Form *Amiliae* im Hieronymianum hinweist, die richtige Überlieferung zu sein.

Der Velser-Codex bietet, wenn wir den hier allerdings fehlenden Pothinus mitzählen, allein die volle Zahl von 48 Märtyrern, da nur er nach Quartia noch Pontica (n. 22) einschiebt; ich sehe keinen Grund etwa anzunehmen, dass der Name erst später aus Ponticus (n. 29) gebildet und fälschlich zugefügt worden sei. — Dagegen glaube ich allerdings, dass die nach Grata (n. 15) bei Ado und Notker genannte Rogata zu streichen sein wird und wahrscheinlich nur einer Schreibervariante für Grata ihren Ursprung verdankt[1]. Bei Beiden fehlt aber

[1] Dies scheint mir wahrscheinlicher, als die Annahme Henschens in den *Acta SS.* zum 2. Juni, dass der Name aus der im Hieronymianum zum 2. Juni am Schlusse

Mamilia (n. 46) und es bleiben daher bei ihnen, wenn wir Rogata und Zacharias in Abzug bringen, nur 46 Märtyrer einschliesslich des Pothinus. — Das Hieronymianum giebt nach Abzug des Zacharias 47 Namen, während bei Gregorius bez. in seinen Handschriften 4 Namen (n. 37-40) fehlen, er also ohne Zacharias nur 43 Namen bietet.

Ob bereits Eusebius in seiner Schrift über die Martyrien, auf die er in der Kirchengeschichte verweist, die Zahl 48 angegeben hat, ist zweifelhaft, aber möglich, da sie in fast allen späteren Verzeichnissen sich findet[1]. Es würde das für die Richtigkeit des im Velser-Codex zugefügten Namens Pontica sprechen, da Eusebius den Zacharias sicher nicht unter die Märtyrer gezählt hat. Aber dass bereits in dem Originalbriefe der Christen diese Zahl genannt gewesen sei, wäre auch dann noch keineswegs erwiesen. Wenn man nun aber sieht, in wie eigenthümlicher Weise Gentilnamen und Cognomina in der Liste abwechseln, so liegt die Vermuthung nahe, dass derartige aufeinanderfolgende Namen, wie Silvius Primus, Ulpius Vitalis, Cominius October, Pompeia Rhodana, Quartia Materna, Cornelius Zosimus, Julia Albina, Aemilia Jamnica(?) und Mamilia Justa, vielleicht sogar die drei Namen Titus Julius Zoticus, von denen jeder für sich je einem Märtyrer zugetheilt wird, in dem Originalbriefe als Gentile und Cognomen verbunden nur einer Person angehört haben und dementsprechend sich die Zahl der Märtyrer erheblich verringern dürfte.

Die Männernamen überwiegen, wenn es auch an Frauen in der Liste keineswegs fehlt und ohne Zweifel die älteste Lyoner Christengemeinde zahlreiche Frauen zu Mitgliedern gezählt haben wird. Griechische Namen, so der Bischof Pothinus selbst, ferner Alcibiades, Alexander, Apollonius, Aristeus oder Aristaeus, Attalus, Byblis, Epagathus, Epipodius, Helpis, Jamnica(?), Macarius, Philumenus, Potamia, Trophima, Zosimus, Zoticus sind vorherrschend und sicher sind die orientalisch-griechischen Elemente in der Lyoner Gemeinde, entsprechend ihrem Ursprung, noch vorwiegend gewesen; aber die Liste zeigt, dass auch aus der römischen Bevölkerung von Lugudunum sich bereits zahlreiche Anhänger des neuen Glaubens gefunden hatten: dass aber, wie Robinson[2] aus der Fassung der Bibelcitate in dem Christenbrief nachzuweisen versucht hat, das Lateinische damals bereits die gottesdienstliche Sprache in der Lyoner Gemeinde gewesen sei, halte ich

---

genannten römischen Märtyrergruppen, deren letzter Name Rogata ist, fälschlich hierher übertragen sei.

[1] Das *Martyrologium Corbeiense* (ed. Martene et Durand im *Thesaurus novus anecdotorum* t. III. Paris 1717 S. 1571 ff.) spricht allerdings zum 2. Juni nur von *quadraginta et quinque martyres*.

[2] *Texts and studies* I, 2 S. 97 ff.

weder aus den beigebrachten Belegen für erwiesen, noch an und für sich für wahrscheinlich. Keltische Namen, die in den Lyoner Inschriften überhaupt und in dieser Zeit selbst im nördlichen Gallien selten sind, fehlen in der Liste ganz.

Man kann natürlich nicht erwarten, in den Inschriften jener Zeit von den Märtyrern Kunde zu finden, da sie grossentheils den niederen Schichten der Gesellschaft, zum Theil dem Sclavenstande angehört haben. Nur von Attalus aus Pergamon wird ausdrücklich bezeugt, dass er römischer Bürger war[1]; jedoch gilt das wohl auch von Vettius Epagathus, als dessen Nachkommen Gregor den Senator Leocadius in Bourges bezeichnet[2], und wahrscheinlich auch von einigen Anderen, die nicht den wilden Thieren vorgeworfen, sondern durch das Schwert umgekommen sind[3]. Immerhin möchte ich erwähnen, dass der im Occident verhältnissmässig seltene Namen Attalus sich auf einer im Gebiet von Vienna gefundenen Töpferinschrift wiederfindet[4], dass ferner die Gens Vettia in Lyon durch eine Inschrift[5], in der Narbonensis und auch in dem Viennenser Territorium mehrfach vertreten ist[6]. Auch die übrigen Namen kehren zum Theil in Lyoner und Vienner Inschriften wieder — Alcibiades, Blandina, Byblis freilich in keiner von beiden Städten —, doch sind diese Namen grossentheils so gewöhnlich, dass jede Identificirung von vornherein ausgeschlossen

---

[1] Eusebius *h. e.* V, 1, 44.

[2] Gregorius *h. Fr.* I, 31: *Leocadium quendam et primum Galliarum senatorem qui de stirpe Vecti* (*Vetti* cod. A 1) *Epagati fuit, quem Lugduno passum pro Christi nomine superius memoravimus.* — Ohne Grund hat man die im Jahre 431 zu Lyon begrabene Leucadia für eine Verwandte des Leocadius bez. des Vettius Epagathus erklärt, vergl. Leblant *inscr. chrét.* I n. 44 mit seinem Commentar.

[3] Gemäss der Eintheilung bei Eusebius *h. e.* V, 4, 3: *τῶν μαρτύρων ἰδίᾳ μὲν τῶν ἀποτμήσει κεφαλῆς τετελειωμένων, ἰδίᾳ δὲ τῶν θηρσὶν εἰς βορὰν παραβεβλημένων, καὶ αὖθις τῶν ἐπὶ τῆς εἱρκτῆς κεκοιμημένων*, werden in dem obigen Verzeichnisse zuerst 24 Namen (ausschliesslich des Zacharias) ohne Zusatz aufgezählt, darauf folgen 5, *qui ad bestias traditi sunt* und schliesslich 18, *qui in carcere spiritum reddiderunt.* Demnach möchte man unter den zuerst Aufgeführten die durch das Schwert umgekommenen verstehen, doch findet sich bereits in dem Martyrologium des Notker die Notiz: *hi quidem diversissimis mortibus interempti sunt.* Ausserdem ist aber sowohl die grosse Zahl dieser, als auch die geringe Zahl der den wilden Thieren Vorgeworfenen auffallend und unter letzteren befinden sich Alexander und Attalus, von denen es bei Eusebius (V, 1 §. 50—51) heisst, dass sie zwar den Bestien vorgeworfen worden seien, aber nach den im Amphitheater ausgestandenen Qualen *τοὔσχατον ἐτύθησαν καὶ αὐτοὶ*, d. h. doch wohl enthauptet wurden, nachdem Attalus noch auf dem eisernen Marterstuhl halb verbrannt worden war.

[4] CIL. XII 5686, 95; sonst kommt der Stempel meines Wissens nur in Britannien vor: CIL. VII 1336, 104—5; auf einem Stempel zweifelhafter Lesung (Froehner, *inscr. terr. coct.* n. 167 = Schuermann n. 525): *Atali.* — Auch der Name *Macari* und *Maccari* findet sich auf Lyoner und Vienner Stempeln; doch ist derselbe auch sonst in Frankreich und Deutschland sehr häufig; der Märtyrer hat sicherlich *Μακάριος* geheissen.

[5] Ein Veteran der 8. Legion T. Vettius Deciminus: Boissieu, *inscr. de Lyon* S. 324.

[6] CIL. XII *index* S. 885 *s. v.*

ist. An der Zuverlässigkeit der Überlieferung betreffs der Märtyrernamen zu zweifeln, liegt jedenfalls kein Grund vor.

Die unter Marc Aurel zum Opfer gefallenen bezeichnet Sulpicius Severus als die ersten Märtyrer in Gallien, da erst spät die christliche Religion jenseits der Alpen Eingang gefunden habe[1]. Wohl dürfen wir annehmen, dass in der mit Asien ohne Zweifel in enger Verbindung stehenden Griechenstadt Massilia schon früher eine christliche Gemeinde bestanden habe[2] und das Christenthum von hier aus durch die Narbonensis und dann weiter in die kaiserliche Provinz getragen worden sei. Ob aber in Lugudunum vor der Mitte des zweiten Jahrhunderts das Christenthum eine Stätte gefunden habe, darf man füglich bezweifeln. Zwar haben achtbare Gelehrte, wie Spon und in neuerer Zeit Alphonse de Boissieu, bereits ein ganzes Jahrhundert früher christliche Spuren in Lugudunum nachweisen wollen, indem sie die Grabschrift eines kaiserlichen Münzbeamten, eines Sclaven des Kaisers Tiberius, und seiner Gattin für christlich erklärten. Wäre dies richtig, so würde Lyon den Ruhm für sich in Anspruch nehmen können, die älteste nachweisbar christliche Inschrift überhaupt zu besitzen, denn die Grabschrift jenes Sclaven dürfte, nach der Bezeichnung des Kaisers mit seinem vollen Namen Ti. Caesar Augustus zu schliessen, noch bei Lebzeiten desselben, also spätestens kurz nach Christi Tode, gesetzt und schwerlich mit Boissieu der Zeit des Claudius oder Nero zuzuweisen sein. Aber die für die Christlichkeit der Inschrift geltend gemachten Gründe sind ganz unzureichend, insbesondere ist die Formel *hic adquiescit*, sowohl in wie ausserhalb Galliens, in heidnischen Grabschriften der frühen Kaiserzeit keineswegs selten[3]. Mit vollem Recht hat daher bereits Leblant in seiner Sammlung der christlichen

---

[1] Sulpicius Severus *chronic.* II c. 32: *sub Aurelio deinde, Antonini filio, persecutio quinta agitata; ac tum primum intra Gallias martyria visa, serius trans Alpes Dei religione suscepta.*

[2] CIL. XII 489 (in Marseille, aber vielleicht nicht dort gefunden) = Leblant II S. 305 n. 548*a*; CIL. XII n. 611 (Aubaigne im Gebiet von Arelate).

[3] Ich stelle die mir bekannten Inschriften (sie werden sich aus CIL. VI wohl vermehren lassen), in denen sich die Formel findet, zusammen (Beispiele des Gebrauchs von *adquiescere* = sterben bei Schriftstellern der silbernen Latinität bietet Georges s. v.): CIL. XII 845. 855*a*. 3325. *5796. — Almer-Dissard, *musée de Lyon* III n. 206. 207. 208(?); Boissieu S. 281. 474. 488 (*hic adquiescit secundum suos*); CIL. V 7386. 7392 (Dertona); VI 27728 (Rom): *bene adquiescas frater Aucte Tulli*; IX 5331 (Cupra Maritima); X 2354 (Puteoli); XI 1436. 1444. 1474. 1475. 1478. 1480(?). 1505 (Pisa); XIII 5384 = Orelli n. 2313 (Besançon): *Geminia Titulla Arausiensis mater sacrorum hic adquiescit.* Die Inschriften, die besonders zahlreich in Pisa gefunden sind, gehören, mit Ausnahme der letzten, wohl alle der frühen Kaiserzeit an und sind ohne Ausnahme heidnisch; bemerkenswerth ist, dass die Formel in christlichen Inschriften, so weit ich sehe, sich überhaupt nicht findet, während die auch in heidnischen Inschriften üblichen Formeln *hic quiescit* und *hic requiescit* bekanntlich in christlichen Inschriften äusserst häufig sind.

Inschriften von Gallien sich mit Entschiedenheit gegen diese Annahme erklärt[1], und wir müssen bekennen, dass es vor Marc Aurel an jeder christlichen Spur in Lugudunum fehlt.

Auch die erste Christengemeinde wird dort nur eine kleine Zahl von Mitgliedern umfasst haben; dafür spricht schon, abgesehen von der Schwierigkeit, gerade in dieser politischen und religiösen Metropole des Heidenthums festen Fuss zu fassen, die verhältnissmässig geringe Zahl von Märtyrern, die der mit so grosser Energie in Scene gesetzten Verfolgung zum Opfer gefallen sind[2]. Um so bedeutsamer ist es, dass Lugudunum sofort als Bischofssitz auftritt und, wie Duchesne kürzlich in überzeugender Weise nachgewiesen hat[3], nicht nur der erste, sondern längere Zeit auch der einzige Bischofssitz in den drei Gallischen Provinzen gewesen ist. Unter dem Nachfolger des Pothinus, dem thatkräftigen Irenaeus, hat das Christenthum, begünstigt durch die unter Commodus ihm freundlichere Tendenz, in Lugudunum einen mächtigen Aufschwung genommen, wenn auch die Behauptung Gregors, unter ihm sei die Stadt zu einer ganz christlichen geworden[4], eine lächerliche Übertreibung ist. Aber sicherlich hat sich weit über das Stadtgebiet hinaus die Thätigkeit des Bischofs erstreckt und sich der Verbreitung der christlichen Lehre im Keltenlande energisch zugewandt: man könne, so schreibt er, von ihm keinen kunstvollen Styl erwarten, da er unter den Kelten lebe und sich ihrer barbarischen Sprache befleissigen müsse[5]. Südlich nach Valentia, nördlich nach Vesontio sind

---

[1] Leblant *inscr. chrét. de la Gaule* I S. 173 ff. n. 86*c*.

[2] In dem Briefe stand auch die Zahl der überlebenden Bekenner, die leider Eusebius nur in der verlorenen Schrift über die Martyrien angeführt hat, vergl. *h. e.* V 4, 3: *τί δεῖ καταλέγειν τὸν ἐν τῇ δηλωθείσῃ γραφῇ τῶν μαρτύρων κατάλογον ... τόν τε ἀριθμὸν τῶν εἰσέτι τότε περιόντων ὁμολογητῶν.*

[3] *Fastes épiscopaux de la Gaule* I S. 38 ff.; die von Cyprianus *epp.* 68, 1 neben Faustinus, dem Bischof von Lugdunum, erwähnten *ceteri coepiscopi nostri in eadem provincia constituti* werden aber doch wohl, wie mir mein Kollege HARNACK bemerkt, wahrscheinlicher auf die Lugdunensis, als mit Duchesne S. 41 fg. auf die Narbonensis zu beziehen sein.

[4] Gregorius *h. Fr.* I, 29: *Hirenaeus ... in modici temporis spatio praedicatione sua maxime in integrum civitatem reddidit christianam.*

[5] Irenaeus *contra haeres.* I *praef.*: *οὐκ ἐπιζητήσεις δὲ παρ' ἡμῶν τῶν ἐν Κελτοῖς διατριβόντων καὶ περὶ βάρβαρον διάλεκτον τὸ πλεῖστον ἀσχολουμένων, λόγων τέχνην.* Die Barbarensprache kann nach dem vorhergehenden *ἐν Κελτοῖς* selbverständlich nur die keltische sein und es ist ganz verkehrt, wenn Montet *la légende d'Irénée* S. 59 darunter das Lateinische verstehen will, weil keltisch zu jener Zeit in Lyon nicht gesprochen worden sei. Aber Irenaeus denkt offenbar an seine Missionsthätigkeit in Gallien überhaupt, und dass die keltische Sprache sich hier noch bis auf die Zeit Gregors von Tours und länger erhalten hat, ist sicher (vergl. Budinszky Die Ausbreitung der lateinischen Sprache über Italien und die Provinzen. Berlin 1881 S. 114 ff.); dass selbst Testamente in keltischer Sprache abgefasst werden durften, bezeugt für die Zeit des Irenaeus Ulpian. *Digg.* 32, 1 (*de leg. et fidec.*), 11 *pr.*

nach der Tradition seine Sendlinge gezogen und gewiss hat sich darauf seine Thätigkeit ausserhalb Lyons nicht beschränkt. So spät und verfälscht auch die uns überkommenen Berichte über diese Missionen sind[1], so ist doch an der Thatsache, die ihnen zu Grunde liegt, meines Erachtens ein Zweifel nicht gerechtfertigt. Eine Spur der Thätigkeit dieser nach Vesontio entsandten Missionare Ferreolus und Ferrucius (oder Ferrucio) ist vielleicht noch in einer dort gefundenen, der Schrift nach etwa dem Anfang des dritten Jahrhunderts angehörigen Grabschrift einer Frau nachzuweisen, deren Namen sich auf dem verlorenen Deckel des Sarkophags befunden haben wird. Die erhaltene Inschrift lautet[2]: *[vi]rginiae Marius Vitalis coniunx centurio leg(ionis) et Marius Nigidianns fil(ius) q(uaestor) matri e longinquo adportatae et hic conditae; sex et triginta ann(os) vixit inculpata marito, obsequio raro, solo contenta marito.* Die Beisetzung in einem Sarkophag, das allerdings auch in heidnischen Inschriften vorkommende Epitheton *virginia*, die Formeln *hic condita, inculpata marito, solo contenta marito*, am Schluss der Inschrift ein Palmzweig: alle diese Indicien haben in ihrer Gesammtheit für mich eine nahezu beweisende Kraft, dass wir hier vor einer christlichen Grabschrift stehen, wobei freilich dahingestellt bleibt, ob die in der Fremde Verstorbene sich in Vesontio oder überhaupt in Gallien dem neuen Glauben zugewandt hat.

Auffallender als die Entsendung von Missionaren von Lugudunum nach Vesontio ist die nach der Legende von Irenaeus ausgehende Christianisirung von Valentia durch Felix, Fortunatus und Achilleus. Denn Valentia gehört der Narbonensis an, und wenn auch die christliche Missionsthätigkeit sich an die politische Grenze nicht zu binden brauchte, so würde, wenn damals bereits ein eigener Bischofssitz in Vienna bestanden haben würde, die Mission nach Valentia wohl eher von hier, als von Lugudunum aus erfolgt sein[3]. Aber ich möchte glauben, dass, die Glaubwürdigkeit der Mission vorausgesetzt, hier noch ein anderes Moment mitgespielt hat, nämlich das eigenthümlich enge Verhältniss, in dem Valentia bereits in früher Kaiserzeit zu Lugudunum gestanden zu haben scheint. Denn unter den wenigen, kaum vierzig Inschriften, die in Valentia zu Tage gekommen sind, findet sich die dem ersten oder spätestens dem zweiten Jahrhundert angehörige Grab-

---

[1] Vergl. über dieselben Neumann a. a. O. S. 301-2 und besonders Duchesne a. a. O. S. 48 ff. über die Verwandtschaft der Legenden: '*les légendes de Valence, Besançon, Langres-Dijon et Autun-Saulieu sont sorties de la plume d'un seul et même hagiographe*'.

[2] Sie ist zuerst von Laurens *annuaire du Doubs* 1824 S. 167, zuletzt von Castan *rev. archéol.* ser. III, 15 (1890) S. 33 mit Abbildung veröffentlicht, und wird im 13. Band des CIL. als n. 5383 publicirt werden.

[3] Vgl. Duchesne a. a. O. S. 55 fg.

schrift[1] eines *decurio Luguduni, duoviralib(us) ornamentis exornatus,* der die Tribus von Lugudunum, die Galeria führt und nicht etwa zufällig in Valentia gestorben und begraben ist, sondern *Romae in legatione defunctus*, demnach in Valentia zu Hause gewesen sein wird. Eine andere in Valentia befindliche Inschrift etwa aus dem Anfang des dritten Jahrhunderts gehört einem *civis Lugudun(ensis), sevir Valentiae* an[2], und auf einem ebenda gefundenen Taurobolienaltar scheint ein in Lyon mehrfach genannter *tibicen* zu figuriren[3]. Dass in dem noch weiter südlich gelegenen Montélimar eine Inschrift der *utri[cularii Lu]gudun[i consistentes]*[4] gefunden ist, mag weniger ins Gewicht fallen, da diese Corporation, über deren Bedeutung die Ansichten bekanntlich sehr auseinandergehen, auch ausserhalb des heimischen Gebietes ihre Thätigkeit geübt haben kann. Aber ungleich bedeutsamer ist, dass in Tegna (heute Tain), der unweit nördlich von Valentia gelegenen Station der grossen Strasse von Lugudunum nach Arelate, eine noch dort befindliche Taurobolieninschrift aus dem Jahre 184 n. Chr. zum Vorschein gekommen ist, in der nicht nur Priester von Lugudunum das Opfer vollziehen[5], sondern auch die Weihung neben dem Kaiser Commodus und dem kaiserlichen Hause dem Heile dieser Colonie gilt. Bereits Allmer[6] hat seiner Verwunderung Ausdruck gegeben, dass *'un sacrifice offert par la colonie de Lyon, représentée par son pontife perpétuel, et pour la prospérité de la colonie, ait été fait à Tain, non seulement en dehors du territoire Lyonnais, mais encore à l'extrémité opposée du territoire de la colonie de Vienne'*. Hält man diese Thatsache mit den oben genannten Inschriften von Valentia zusammen, so wird man, trotz der einer solchen Annahme auf den ersten Blick entgegenstehenden Bedenken, sich kaum der Vermuthung entziehen können, dass Valentia und das daran grenzende Gebiet eine Enclave von Lugudunum in den ersten Jahrhunderten der Kaiserzeit gebildet habe, die ihr durch die Gunst eines Kaisers, vielleicht des in Lyon geborenen Claudius, zu Theil geworden ist. Ich möchte als Analogie geltend machen, dass nach Strabo's Zeugniss[7] Massilia die Oberhoheit über das in Italien gelegene Nicaea besessen hat, das daher auch zur Narbonensis gerechnet werde, während die früher in einem Abhängigkeitsverhältniss zu Massilia stehende Stadt Antipolis aus demselben befreit und zu Italien ge-

---

[1] CIL. XII n. 1750.
[2] CIL. XII n. 1751.
[3] CIL. XII n. 1745.
[4] CIL. XII n. 1742 add.
[5] CIL. XII n. 1782.
[6] *Inscriptions de Vienne* I S. 86.
[7] Strabo IV, 1, 9 p. 184, vergl. CIL. XII S. 28.

schlagen worden sei: ein Verhältniss, dessen Spuren noch in späterer Zeit in den In schriften von Nizza deutlich zu Tage treten[1].

Hat demnach Valentia noch in Irenaeus' Zeit in so enger Beziehung zu Lugudunum gestanden, so erklärt sich, warum Irenaeus gerade dorthin seine Missionare geschickt hat, und man wird nicht umhin können, diesem echten Kern der allerdings späten und in allen Details schlimm zurechtgemachten Tradition Glauben zu schenken.

Die Zeit unter dem Episkopat des Irenaeus und seiner nächsten Nachfolger scheint für die Christen in Lugudunum und in Gallien überhaupt eine Epoche friedlicher Entwickelung gewesen zu sein; denn die Nachricht über das Martyrium des Irenaeus unter Septimius Severus, um von seinen aus der bescheidenen Zahl von 6 oder 7 in der späteren mittelalterlichen Tradition bis auf 19000 angewachsenen Leidensgenossen[2] ganz zu schweigen, tritt so spät und unzureichend bezeugt auf, dass sie bereits seit langer Zeit als eine der historischen Grundlage entbehrende Legende erkannt worden ist, die dem grössten Bischof Lyons auch die Märtyrerkrone zu verschaffen bestimmt war[3]. Ebenso können die in Caracalla's Zeit gesetzten Martyrien der Missionare in Valentia, Vesontio, Dibio, Augustodunum nicht als historische Zeugnisse gelten[4]. Auch in Gallien wird demnach, abgesehen von jenem durch einen übereifrigen Statthalter in Scene gesetzten Process, erst unter dem Kaiser Decius eine systematische Verfolgung über die Christen, die damals sicherlich auch hier bereits eine grosse Zahl von Anhängern gewonnen hatten[5], hereingebrochen sein. Aber unsere Tradition schweigt darüber; nur ein bisher unbeachtet gebliebenes, aber, wenn ich recht sehe, bedeutsames Zeugniss giebt uns davon Kunde. Eine bereits von Jucundus um das Jahr 1500 in Lyon

---

[1] CIL. V S. 916.

[2] *Martyrol. Hieronymianum* zum 28. Juni: *Hirenei episcopi cum aliis VII* (so der cod. Epternac., VI die übrigen Handschriften). Über die spätere Tradition vergl. Montet a. a. O. S. 104 ff. Die Mosaikinschrift (11. Jahrhundert?), die sich in der Kirche St.-Irénée befand (Boissieu *inscr. de Lyon* S. 542), nennt *millia dena novemque fuerunt sub duce tanto,* noch später werden es sogar 12700.

[3] Dodwell *dissert. in Irenaeum* S. 259 ff.; Zahn: Irenaeus in Herzogs Real-Encyclop. VII S. 139; Lipsius in Smith und Wace's *Dictionary* 3 S. 256; Neumann a. a. O. S. 297 ff. und Andere. — Auch die ebenfalls der Zeit des Septimius Severus zugeschriebenen Martyrien des Minervius oder Minervinus und Eleazar *cum filiis octo* in Lyon (*acta Sanct.* 23. August) sind zweifelhaft, vergl. Neumann S. 298 und Duchesne *martyr. Hieronym.* p. XLI A. 9: '*martyres ignoti; mihi videntur esse SS. Machabei; Ado addit: quorum corpora in crypta, quae urbi ab occidente imminet, condita habentur*'.

[4] Neumann a. a. O. S. 301 ff.; Duchesne *fastes épiscopaux* I S. 48 ff.

[5] Tertullian *adversus Judaeos* c. 7: *Galliarum diversae nationes Christo subditae,* ein in die Zeit des Irenaeus fallendes Zeugniss, das an dieser Stelle, in der Tertullian die Christianisirung der ganzen Welt als nahezu vollzogen behauptet, mit Vorsicht aufzunehmen ist.

gesehene, jetzt verlorene Grabschrift[1] ist gesetzt von einem *S. Ju*[*l*(*ius*)] (so ist wohl für das überlieferte sinnlose SIVE zu schreiben) *Felicius Romanus libellicus*. Was haben wir unter dieser einzig dastehenden Bezeichnung zu verstehen? Dass dieselbe mit den bisherigen Herausgebern als ein zweites Cognomen zu fassen sei, ist nicht wahrscheinlich, und nirgends ist, so weit meine Kenntniss reicht, ein solches Cognomen bezeugt[2]. Demnach wird man, entsprechend der Bildung *vilicus*, den Namen eines Amtes darin erkennen müssen, d. h. eines mit der Aufsicht über *libelli* betrauten Mannes. Erinnert man sich nun an die neuerdings durch aegyptische Funde zu Tage getretenen *libelli* aus der Christenverfolgung des Kaisers Decius im Jahre 250, d. h. Formulare, auf welchen die Bewohner des betreffenden Ortes unter amtlicher Beglaubigung bezeugen mussten, den Göttern geopfert und von dem Fleische der Opferthiere gegessen zu haben[3], und der offenbar für das ganze Reich geltenden Bestimmung, dass den Magistraten je fünf angesehene Männer zur Ausführung des kaiserlichen Edictes, d. h. zur Ausfertigung und Beglaubigung der einzureichenden *libelli* beigegeben werden sollen[4], so wird die Vermuthung nicht zu kühn erscheinen, dass wir unter dem Titel *libellicus* einen solchen Beigeordneten der Lyoner Behörden zu verstehen haben, wie andererseits mit einer ähnlichen, nur viel auffälligeren Wortbildung diejenigen, die einen solchen Schein ausgestellt hatten, von Cyprian als *libellatici* bezeichnet werden. Die Lyoner Inschrift ist zwar nicht sicher zu datiren, kann aber ihrer Fassung nach sehr wohl der Mitte des dritten Jahrhunderts angehören.

Für die zweite Hälfte des dritten Jahrhunderts versiegt unsere litterarische und auch die monumentale Überlieferung fast ganz[5]. Wie schwer und stürmisch diese Zeit, eine Zeit der Agonie für das gesammte Römerreich, gerade für Gallien gewesen, ist bekannt genug, aber wenn schon für die grossen politischen Katastrophen, die sich auf diesem Boden abgespielt haben, unsere Quellen nur ein unsäglich

---

[1] Reinesius cl. XI n. 64 = Boissieu S. 397.

[2] Libellus und Libella kommen als Cognomina vor.

[3] Vergl. Krebs Sitz.-Ber. der Berliner Akademie 1893 S. 1007 ff.; Wessely Anzeiger der philos.-histor. Classe der Wiener Akademie 1894 S. 1 ff.; Harnack Theolog. Litterat.-Zeit. 1894 S. 38 ff. und 162 ff.; Wehofer in *Ephemeris Salonitana* (1894) S. 13 ff.

[4] Cyprian *epp.*-43, 3: *quinque primores illi qui edicto nuper magistratibus fuerant copulati, ut fidem nostram subruerent;* in den Aegyptischen Urkunden heissen die mit der Beglaubigung der *libelli* Beauftragten: *οἱ ἐπὶ τῶν θυσιῶν ᾑρημένοι* des betreffenden Dorfes.

[5] Der von Cyprian (vergl. S. 393 Anm. 3) genannte Faustinus muss kurz nach der Decianischen Verfolgung, vielleicht schon während derselben, Bischof in Lyon gewesen sein. Die Zeit des nur von Gregorius (*in gloria confessorum* c. 61) als Bischof von Lyon '*tempore paganorum*' erwähnten Helius ist nicht zu bestimmen.

dürftiges Material bieten, so wird man nicht erwarten können, für die sich im Verborgenen vollziehende Entwickelung des Christenthums reichere Zeugnisse zu finden. Gregor von Tours berichtet zwar in seiner Frankengeschichte und in seiner Schrift über den Ruhm der Bekenner[1] die Entsendung von sieben Bischöfen, gerade unter Decius, nach Gallien und ihre und der sonstigen Gallischen Missionen Schicksale in jener Zeit, die in den erhaltenen Märtyreracten des Tolosoner Bischofs Saturninus[2] und des Ursinus von Bourges[3] eine allerdings mit grosser Vorsicht zu benutzende Ergänzung finden. Auf die Prüfung dieser Nachrichten hier einzugehen liegt ausserhalb der Grenzen dieser der Stadt Lugudunum gewidmeten Untersuchung. Ich wende mich daher lieber der Frage zu, ob aus dem in Lyon zum Vorschein gekommenen inschriftlichen Material ein, wenn auch noch so bescheidener Beitrag zur Geschichte der Christianisirung dieser Stadt zu gewinnen sei.

Dass der Versuch, die Grabschrift eines Sclaven des Tiberius als christlich zu erweisen, durchaus misslungen ist, habe ich bereits bemerkt, und auch die sonstigen von verschiedenen Lyoner Gelehrten wegen einiger an das Christenthum anklingenden Formeln für christlich erklärten Inschriften erweisen sich, wie Leblant vortrefflich gezeigt hat[4], bei vorurtheilsloser Betrachtung als allem Anscheine nach heidnisch. Andererseits wird man in Anbetracht der sicheren Zeugnisse über die Ausbreitung des Christenthums in Lugudunum seit der zweiten Hälfte des zweiten Jahrhunderts sich der Vermuthung nicht

---

[1] Gregorius *h. Fr.* I c. 30: '*sub Decio et Grato consulibus .. primum ac summum Tholosana civitas sanctum Saturninum habere coeperat sacerdotem. Hi ergo missi sunt: Turonicis Catianus episcopus, Arelatensibus Trophimus episcopus, Narbonae Paulus episcopus, Tolosae Saturninus episcopus, Parisiacis Dionysius episcopus, Arvernis Stremonius episcopus, Lemovicinis Martialis est destinatus episcopus*'; vergl. Arndt zu der Stelle über die vermuthliche Quelle Gregors. In der Schrift *in gloria confessorum* kommt er auf sie an verschiedenen Stellen zu sprechen.

[2] Ruinart (ed. 1802) I S. 300 ff.

[3] Veröffentlicht von Faillon *monuments inédits sur l'apostolat de Ste.-Marie-Madeleine en Provence* II S. 425 ff.

[4] Leblant I n. 86*a* S. 168 ff.: die Grabschrift einer Frau Sutia Anthis und ihres Sohnes, in der die Formel: *qu(a)e dum nimia pia fuit, facta est inpia* auf Übertritt zum Christenthum gedeutet worden ist. Doch bezieht Leblant mit Recht die Pietät auf das Verhältniss zur Familie, wie es bereits Hagenbuch zu Orelli n. 4651 gethan hatte: '*puto matrem immodice lugentem obitum filii, dolore confectam et ipsam*'; die Inschrift macht einen durchaus heidnischen Eindruck. Eher könnte man die Inschrift der Felicia Mina (Boissieu S. 151 = Kaibel *inscr. graec.* n. 2528 mit meiner Anmerkung), die mit der eigenthümlichen Formel *bonae memoriae et spei aeternae, spiritu quoque incomparabili* beginnt und in der die Verstorbene gerühmt wird als *castitatis exemplum, adfectionis plena erga omnes homines* als einer Christin geltend ansehen; doch ist vielleicht auch hierin mit Leblant (S. 172 ff.) nur ein Zeugniss für den Einfluss christlicher Ideen auf die Anschauung der Heiden zu finden.

entziehen können, dass nicht wenige unter den grossentheils gerade der Wende des zweiten und dem Beginn des dritten Jahrhunderts angehörigen Lyoner Inschriften sich auf Christengräbern befunden haben werden, da wir gewiss nicht annehmen können, dass die Christen, entgegen dem antiken römischen und ihrem eigenen Gebrauch, ihre Grabstätten ohne Inschrift gelassen haben sollten. Wenn demnach in den Inschriften von Lyon sichere Kennzeichen des Christenthums bisher nicht zu Tage getreten sind, so wird man dafür die römische Polizei verantwortlich zu machen haben, die gerade hier, an dem Centralpunkte des Kaisercultes für den ganzen Norden, auf die dem Heidenthum feindselig gegenüberstehenden Religionen ohne Zweifel ein besonders scharfes Auge gehabt hat. Auch sichere Inschriften von Juden, an denen es in Lugudunum kaum gefehlt haben kann[1], sind bis jetzt dort nicht zu Tage getreten[2]; ja es ist vielleicht sogar der wohl auf straffe Romanisirung der Gallischen Hauptstadt gerichteten Politik zuzuschreiben, dass keine einzige keltische Inschrift und, was bei den nicht unbeträchtlichen orientalisch-griechischen Elementen in Lyon[3] besonders auffällt, dass, abgesehen von einem spätchristlichen Fragment[4], nur eine einzige griechische Inschrift, etwa aus dem Beginn des dritten Jahrhunderts, gefunden und sogar in dieser zum Schluss die lateinische, in Lugudunum gewöhnliche Formel *et sub ascia dedicaverunt* angehängt ist[5]. Ja selbst die griechische Acclamation auf der lateinischen Grabschrift einer aus Asien stammenden Frau ist in lateinischer Schrift *chere, hygiene* geschrieben[6].

---

[1] Über die Juden in den gallisch-germanischen Provinzen vergl. Friedlaender Sittengeschichte III⁶ S. 623, doch gehören die Zeugnisse einer späteren Zeit an. — Ob Herodes Antipas von Caligula nach Lyon verbannt worden ist, wie meist angenommen wird, ist keineswegs sicher; Josephus *antiq.* XVIII, 7, 2 sagt nur Λούγδουνον πόλιν τῆς Γαλλίας. Es gab aber ein zweites Lugdunum im Gebiet der Convenae (heute St.-Bertrand), unmittelbar an der spanischen Grenze; wenn nun derselbe Josephus in seiner älteren Schrift über den jüdischen Krieg ihn mit seiner Gattin Herodias nach Spanien ins Exil gehen lässt, so ist dieser von ihm in der späteren Schrift corrigirte Irrthum leicht erklärlich, wenn es sich um die spanische Grenzstadt Lugdunum Convenarum und nicht um die gallische Metropole handelt. Ich möchte mich daher mit Sacaze *inscriptions antiques des Pyrénées* (1892) S. 150ff., der freilich fälschlich an eine Flucht nach Spanien denkt, für jenes Lugdunum entscheiden.

[2] Über Sabbatia s. unten S. 407.

[3] Über die Syrer in Gallien vergl. Friedlaender Sittengeschichte II⁶ S. 78 ff.; Mommsen R. G. V S. 467 ff. und die Inschriften der Syrischen Kaufleute in Lyon bei Allmer-Dissard *musée de Lyon* II n. 160 und III n. 216; eine Frau aus Asien: ebendas. III n. 224.

[4] Boissieu S. 602 n. 73 = Kaibel *inscr. graec.* n. 2535.

[5] Boissieu S. 614 = Kaibel *inscr. graec.* n. 2534. Die Inschrift des syrischen Kaufmannes Thaemus (Kaibel n. 2532) ist in griechischer und lateinischer Sprache abgefasst; einer lateinischen Inschrift (Kaibel n. 2533) ist ein Distichon in griechischer Sprache angefügt.

[6] Kaibel n. 2529.

Man könnte nun vermuthen, dass die Christen in Lyon, wie in Rom und auch an anderen Orten in jener Zeit[1], einen eigenen Kirchhof, der freilich dann wohl unter der Erde, den Blicken der Polizei und auch des Pöbels entzogen gewesen sein müsste, besessen haben. Aber dass ein solcher auf die Dauer den Behörden, die sicher hier ein besonders scharfes Auge auf die Christen hatten, verborgen geblieben sein sollte, ist nicht anzunehmen und es fehlt nach dem Stande unserer jetzigen Kenntniss an jedem Anhalt für eine solche Vermuthung. Andererseits ist bekannt genug, wie grossen Werth die Christen darauf gelegt haben, ihre Todten und insbesondere ihre Märtyrer zu begraben, und gerade in dem Bericht über die Verfolgung im Jahre 177 ist dies zu klarem Ausdruck gebracht und es wird besonders betont, dass die Verfolger durch die Verbrennung der Leichen und die Zerstreuung ihrer Asche im Rhônefluss auch ihre Hoffnung auf Auferstehung zu vernichten hofften[2]. Demnach sind sicherlich auch hier, wie nach christlichem Ritus überall, die Leichen der Christen nicht verbrannt, sondern bestattet worden und man wird zunächst in den Sarkophagen, die zum Theil gewiss in Lyon, wie in Arles[3], einer frühen Zeit angehören, christliche Grabdenkmäler vermuthen dürfen. Aber wie einerseits manche unter diesen nicht Christen, sondern orientalischen Heiden oder auch Juden, die nach der Sitte ihrer Heimath an der Beerdigung auch in der Fremde festgehalten haben, angehören werden, so ist andererseits der Schluss keineswegs gerechtfertigt, dass der Grabcippus überall die Verbrennung der Leiche anzeige. Nur wo

---

[1] So in Karthago die oberhalb der Erde befindlichen *areae* (Tertullian *ad Scapulam* c. 3: *cum de areis sepulturarum nostrarum adclamassent: areae non sint*, vergl. *apologet.* c. 37: *nec mortuis parcunt Christianis, quin illos de requie sepulturae, de asylo quodam mortis iam alios, iam nec totos avellant, dissecent, distrahant.* — Über das wohl dem dritten Jahrhundert angehörige Coemeterium S. Catharinae in Clusium vergl. Bormann im CIL. XI S. 403 ff.; das ebendaselbst gefundene Coemeterium S. Mustiolae gehört dem Anfang des vierten Jahrhunderts an. — Der christliche Kirchhof von Manastirine in Salona scheint in seinem ältesten Theil sogar bis auf den Anfang des zweiten Jahrhunderts zurückzugehen: Jelić das Coemeterium von Manastirine zu Salona, Abdruck aus der Römischen Quartalschrift 5 (1891), vergl. *Bull. Dalmato* 15 (1892) S. 159 ff. — Auch die Katakombe von San Gennaro in Neapel geht mindestens bis auf das zweite Jahrhundert, vielleicht bis ins erste zurück; die Anlage der Katakombe in der Vigna Cassia in Syracus setzt Kraus an das Ende des zweiten Jahrhunderts; über diese und die sonstigen leider nur zum geringsten Theil zu datirenden Katakomben vergl. die Übersicht von Kraus Real-Encyclopädie 2 S. 130 ff.

[2] Eusebius *h. e.* V, 1, 61 ff., besonders §. 63: *ταῦτ' ἔπραττον ὡς δυνάμενοι νικῆσαι τὸν Θεὸν καὶ ἀφελέσθαι αὐτῶν τὴν παλιγγενεσίαν, ἵνα, ὡς ἔλεγον ἐκεῖνοι, μηδὲ ἐλπίδα σχῶσιν ἀναστάσεως.* Vergl. dazu Minucius Felix *Octavius* c. 11: *sibi mortuis* (von Usener als Glosse getilgt) *extinctis .. aeternitatem repromittere; inde videlicet et execrantur rogos et damnant ignium sepulturas.*

[3] Allem Anschein nach christlich ist die dem dritten Jahrhundert angehörige Sarkophaginschrift der *clarissima femina* Hydria Tertulla CIL. XII n. 675.

an den, gerade in Lyon nicht selten nachweisbaren Cippen sich eine Vorrichtung zur Einfügung der Aschenurne befindet[1], wird man mit Sicherheit auf Verbrennung schliessen können, während z. B. der Cippus einer im Kindesalter verstorbenen Claudia Victoria in Lyon nachweislich über ihrem Sarge, in dem ihre Todtenmaske sich erhalten hat, aufgerichtet war[2]. Auch die im Keltengebiet und insbesondere in Lyon so häufig auf den Grabsteinen erscheinende *ascia* mit der stets wiederkehrenden Formel *ponendum curavit et sub ascia dedicavit*, ist meines Erachtens nicht als sicheres Indiz gegen die Christlichkeit des Monuments aufzufassen[3], so verkehrt auch der von verschiedenen Gelehrten gemachte Versuch ist, sie zu einem christlichen Symbol zu stempeln[4].

Die Grabinschriften von Lyon zeigen einen so eigenartigen, ich möchte sagen modernen Charakter, dass die Versuchung nahe liegt, christlichen Einfluss zur Erklärung dieser Thatsache vorauszusetzen. Sie sind weitschweifig, kleinliches Detail des Lebens und der Todesart mittheilend, mit sentimentalen, den älteren Inschriften durchaus fremden Floskeln verziert, so dass man in diesen, wohl meist dem Beginn und der ersten Hälfte des dritten Jahrhunderts angehörigen Documenten, das Schwinden des antiken Geistes deutlich verfolgen kann. Aber sie tragen durchgängig ein so heidnisches Gepräge, dass man zwar durch sie einen fremdartigen, unrömischen Eindruck empfängt, ohne jedoch irgend welche christliche Indicien in ihnen entdecken zu können. Man darf eben nicht vergessen, dass Lugudunum in der Kaiserzeit der Sammelpunkt zahlreicher Fremder aus dem Orient und Occident gewesen ist, die theils als Handwerker und Kaufleute hierhin zogen, um ihren Lebensunterhalt zu gewinnen, theils als Veteranen, insbesondere der in Germanien stationirten Legionen, nach vollendeter Dienstzeit in dieser grössten Stadt des Nordens ihr Leben beschlossen. Ein

[1] Vergl. z. B. Allmer-Dissard a. a. O. II S. 497 ff. n. 184: '*au milieu de la plinthe de la base se voit un trou carré autrefois renfermé par un portillon et communiquant avec le sol*'; dieselbe Vorrichtung findet sich häufig in und ausserhalb Lyons.

[2] Allmer-Dissard a. a. O. III S. 229: '*cette tombe était une auge ... assez longue pour recevoir le corps d'une grande personne et assez haute de bord pour pouvoir contenir deux corps superposés. Elle était fermée par deux dalles: l'une ... devait porter .. le cippe placé sur le milieu du cercueil*'.

[3] Dies behauptet Bruzza bei Kraus R. E. I S. 97 s. v. *ascia*; 'die *ascia* und die epigraphischen Ausdrücke, die sich darauf beziehen, gehören ausschliesslich heidnischen Denkmälern an und finden sich nie auf christlichen'. In dieser Ausnahmslosigkeit kann ich den Satz nicht unterschreiben.

[4] Gegen diese von Greppo, Ch. Lenormant und Anderen vertretene Ansicht ist die Abhandlung von Martin-Daussigny: *étude sur la dédicace des tombeaux Gallo-Romains* (in den *Mém. de la Soc. litt. de Lyon* ser. II, 6, 1870/71 S. 61 ff.) gerichtet; aber auch er geht mit dem Zugeständniss zu weit, dass man der *ascia* zuweilen die Form eines Kreuzes gegeben habe, um sie als christliches Symbol zu verwenden.

in neuerer Zeit gemachter Fund, der dem Umfange nach bedeutendste Inschriftenfund, der seit lange in Gallien zu Tage getreten ist, hat die Zahl der Grabschriften dieser Zuzüglinge in unerwarteter Weise bereichert. Da dieselben mir auch für die uns hier beschäftigende Frage nach der Christianisirung von Lugudunum in Betracht zu kommen scheinen, so wird es gerechtfertigt sein, einige Bemerkungen an diese Bereicherung unseres Materials zu knüpfen.

Im Norden von Lyon, auf dem rechten Ufer der Saône, in dem heutigen *quartier de Trion*, nicht fern von der berühmten Kirche St.-Irénée, sind vereinzelt schon in früherer Zeit, insbesondere aber in den Jahren 1885 und 1886 bei Gelegenheit eines Eisenbahnbaus, 114 theils vollständige, theils fragmentirte Steininschriften nebst zahlreichen Töpferstempeln gefunden worden, denen eine ausgezeichnete Publication durch zwei Lyoner Gelehrte, den um die epigraphischen Studien in Frankreich hochverdienten Allmer und dem Conservator des Lyoner Alterthumsmuseums Dissard[1] zu Theil geworden ist. Die Inschriften gehörten Grabdenkmälern aus Stein an, die sich einst längs der von den Stadtthoren ihren Ausgangspunkt nehmenden Strassen, westlich nach Aquitanien, südlich nach Arelate und einer Verbindungsstrasse zwischen beiden (der heutigen *rue de Trion*) hinzogen. Die ältesten, in unmittelbarer Nähe der Stadtthore befindlichen und, wie die Überreste zeigen, sehr stattlichen Denkmäler reichen bis in die Zeit des Augustus zurück; unter ihnen nimmt, sowohl in Bezug auf die Erhaltung, als die künstlerische Ausstattung das dem Freigelassenen und Sevir Q. Calvius Turpio, also einem Standesgenossen des Petronischen Trimalchio, von fünf seiner Freigelassenen errichtete Grabmal die erste Stelle ein, das heute auf der *place de Choulans* wieder aufgebaut worden ist. Der merkwürdigste, kurz vor Abschluss der Arbeiten gemachte Fund ist aber der eines 21^{m} tiefen viereckigen brunnenartigen Schachtes, in dem sich 64 Grabcippen fanden, die sorgsam über einander gelegt, die einzelnen Lagen durch eine $50-60^{cm}$ dicke Erdschicht von einander geschieden, hier offenbar absichtlich und pietätvoll geborgen worden sind. Auf die Zeit dieser Anlage, die sicherlich in Folge der anderweitigen Benutzung des Terrains, auf dem die Gräber sich befanden, gemacht worden ist[2], gestattet eine in dem Schacht gefundene, der ersten Zeit Constantins angehörige Münze einen Schluss.

---

[1] Allmer et Dissard Trion. Lyon 1887/88. 2 Bände (= Band 25 der *Mémoires de l'Académie de Lyon*). Hr. Allmer hat den epigraphischen, Hr. Dissard den archaeologischen Theil bearbeitet.

[2] Vergl. Allmer-Dissard Trion I S. 113 ff.: *'il n'est pas invraisemblable que d'autres puits peuvent avoir été creusés sur divers autres points de Trion pour une destination pareille et y exister encore. — Quelle était sa destination? nous ne savons le dire. A un moment donné, on aura eu à disposer d'un emplacement alors couvert de tombeaux, et, ne voulant*

Die so geborgenen Inschriften, sämmtlich aus dem zweiten oder Anfang des dritten Jahrhunderts, gehören theils kaiserlichen Sclaven und Freigelassenen von Trajan bis auf Marc Aurel an, darunter ein im Alter von 10½ Jahren verstorbener Knabe mit der Bezeichnung *de studentibus*, theils Veteranen, bis zum Centurio aufwärts, der in Germanien stationirten Legionen: der I Minervia, VI Victrix, VIII Augusta, XXII Primigenia, XXX Ulpia Victrix und ihren Frauen, ferner einigen Kaufleuten und einem *decurio* und *duovir* aus dem Lingonen-Lande. Bei Vielen ist die Heimath hinzugefügt: wenige stammen aus der Narbonensis (n. 55: *natione Provincialis*; n. 70: *civis Viennensis*), die meisten aus dem kaiserlichen Gallien und Germanien (n. 63: *heredes ex Germania superiore*; n. 68: *Traianensis*; n. 69: *nat(ione) Troianensis*; n. 72: *civis Biturix Cubus*; n. 73. 74 zwei *Cadurci*; n. 75: *Lingo*; n. 76: *Trever*; n. 77: *civis Agrip(p)inen(sis)*; n. 78: *nati(o)ne Britto*), schliesslich zwei (n. 57. 67) aus Philippopolis in Thrakien. Auch unter den Inschriften, die keine Heimathsangabe tragen (n. 79 ff.) weisen die Namen zum Theil auf Nordgallien oder Germanien hin und wahrscheinlich sind die hier bestatteten Frauen meist Freigelassene und Concubinen der ebenda begrabenen Veteranen gewesen, wie sich Aurelia Pervinca (n. 80) in der That in der von ihr gesetzten, ebenfalls in dem Schacht erhaltenen Grabschrift (n. 66) des Veteranen der 30. Legion M. Aurelius Januarius als seine Freigelassene und Erbin bezeichnet.

Aber auch in der Nähe dieses Schachtes sind in den Grabungen von Trion Fremdengräber zu Tage getreten: zwei Veteranen der legio I Minervia (n. 4. 5), die aus Rom gebürtige Gattin eines ebenfalls aus Rom stammenden Centurionen derselben Legion aus Caracalla's Zeit (n. 23), ein Centurio der legio XXX Ulpia Victrix aus Poetovio in Pannonien (n. 24), ein aus Trier gebürtiger Veteran derselben Legion aus der Zeit des Severus Alexander (n. 25), ein Goldweber aus Germanicia in Syria Commagene (n. 36) und ein Gladiator (n. 6).

Wie haben wir uns nun dieses eigenthümliche Gemisch von Grabschriften in diesem Schachte und seiner Umgebung zu erklären? Die Herausgeber haben sich auf den Hinweis beschränkt[1], dass kein Mitglied der grossen Lyoner Corporationen unter den Inschriften von Trion erscheine, dass diese demnach in den unteren Theilen der Stadt ihre Wohnungen und Gräber gehabt zu haben scheinen. Ich meine aber, dass man bei dieser Negation nicht stehen zu bleiben braucht, son-

---

ni les détruire, ni les abandonner exposés aux profanations, ou aura creusé sur cet emplacement une fosse pour les recevoir. Ils y ont été, non pas précipités, mais déposés, couchés à côté les uns des autres, les plus gros laissés debout, et chaque lit qu'ils formaient recouvert d'une épaisseur de 50 à 60 centimètres de terre meuble'.

[1] Allmer-Dissard Trion I S. 115.

dern die Behauptung gerechtfertigt ist, dass hier die Fremdengrabstätte von Lugudunum sich befunden habe. In einer Stadt, in der die Fremden zu dauerndem Aufenthalt, wie zu den jährlichen Festen an dem Augustusaltar, in solcher Menge zusammenströmten, ist die Annahme, dass für sie ein gesonderter Begräbnissplatz bestimmt worden sei, an und für sich kaum abzuweisen; aber es fehlt, sogar in Gallien selbst, für eine solche Anlage nicht an Analogien. Ist doch in der schon im Alterthum nicht unbedeutenden Handelsstadt Burdigala eine beträchtliche Menge von Fremdengrabschriften nahe bei einander in dem südlichen Theil der um das Jahr 300 mit Inschrift- und anderen Steinen erbauten Stadtmauer zum Vorschein gekommen, ein Fund, der den französischen Gelehrten Charles Robert auf die Vermuthung brachte: *que le point attaqué était voisin du cimetière réserve aux peregrini*[1]. Er wies darauf hin, dass bereits im Matthäusevangelium sich für Jerusalem diese Sitte bezeugt findet, da die Priester die 30 Silberlinge des Judas zum Ankauf des Töpferackers für den Fremdenkirchhof (*εἰς ταφὴν τοῖς ξένοις*[2]) verwenden und auch in Syrien, wie aus sicheren Zeugnissen hervorgeht, in christlicher Zeit solche Anlagen existirt haben[3]. Vielleicht ist demnach die Heimath dieses

---

[1] Charles Robert *les étrangers à Bordeaux* in *Société archéologique de Bordeaux* VIII (1881) S. 17 ff.; ihm hat beigestimmt C. Jullian *inscriptions Romaines de Bordeaux* I (1887) S. 149.

[2] Evangel. Matthaei XXVII, 7: *ἠγόρασαν ἐξ αὐτῶν τὸν ἀγρὸν τοῦ κεραμέως εἰς ταφὴν τοῖς ξένοις· διὸ ἐκλήθη ὁ ἀγρὸς ἐκεῖνος ἀγρὸς αἵματος ἕως τῆς σήμερον.* Wie es sich auch mit dieser hier allein überlieferten Nachricht verhalten mag, so ist an der Existenz des Fremdenkirchhofs an jener Stelle zur Zeit der Abfassung des Evangeliums sicher nicht zu zweifeln, wenn auch andere Zeugnisse für diese Sitte bei den Juden zu fehlen scheinen; die *ξένοι* nur auf fremde Juden zu beschränken, die zu den Festen nach Jerusalem gekommen und dort gestorben seien, wie Nicolai *de sepulchris Hebraeorum* (Leiden 1706) S. 131 ff. erklärt, ist ganz willkürlich; im Gegentheil, es soll offenbar der Sündenlohn nicht für jüdische Zwecke verwandt werden.

[3] Ich setze die Zeugnisse, da sie an entlegenen Orten stehen und von Robert und Jullian nicht im genauen Wortlaut mitgetheilt sind, hierher. Ephraim Syrus († 378) sagt in seinem Testament (opp. ed. Asseman vol. II, Rom 1743, p. 237 E. F.): *μηδὲ ἐν τοῖς μνήμασιν ὑμῶν με ποῦ κατάθετε ... λόγον γὰρ ἔχω μετὰ τοῦ Θεοῦ μου αὐλισθῆναί με σὺν τοῖς ξένοις, ἐπείπερ εἰμὶ παρεπίδημος, καθάπερ ἐκεῖνοι· σὺν αὐτοῖς οὖν ἀναπαύσατέ με .... ἐν τῷ κοιμητηρίῳ, φημὶ δὴ, ἔνθα κατάκεινται οἱ συντετριμμένοι τῇ καρδίᾳ, ἐκεῖ με κατάθεσθε.* — Von der Kaiserin Pulcheria, der Schwester Theodosius' II. berichtet Anastasius in seiner *historia ecclesiastica* (ed. Paris 1649) p. 43: *construxit autem eadem et multa oratoria domosque pauperibus et hospitibus nec non et sepulchra peregrinis aedificavit, inter quae S. martyris Laurentii templum construxit.* — Moschus in seinem *λειμωνάριον* oder *πολιτεῖαι τῶν ἁγίων* (ed. Rosweyde in der Bibliotheca ecclesiastica II, 2 S. 1193) erzählt in der vita abbatis Thomae c. 88: *ἐτελεύτησεν ἐν Δάφνῃ ἐν τῷ ναῷ τῆς ἁγίας Εὐφημίας· οἱ οὖν τοῦ τόπου κληρικοὶ ὡς ξένον ἔθαψαν αὐτὸν ἐν τῷ ξενοταφίῳ* und nachdem dann durch verschiedene Wunderzeichen die Heiligkeit des Mannes klar geworden, lässt der Patriarch die Leiche überführen (wahrscheinlich war der Fremdenkirchhof ausserhalb der Stadt gelegen): *καὶ ἀπέθηκαν αὐτὸ ἐν τῷ κοιμητηρίῳ ἔνθα πολλὰ λείψανα ἁγίων μαρτύρων κεῖται.*

Gebrauchs bei den Juden zu suchen, die sich natürlich auch im Begräbniss von den Fremden und Heiden zu sondern bestrebt gewesen sein werden, und von dort mag die Sitte nach dem benachbarten Syrien und durch syrische Kaufleute weiter nach dem Occident getragen worden sein. Eine ähnliche Bewandtniss hat es aber meines Erachtens auch mit dem im Jahre 1873 in Concordia aufgedeckten christlichen Kirchhof aus der Zeit des Arcadius und Honorius, in dem vorzugsweise die in Concordia stationirten und bei der dort befindlichen Pfeilfabrik (*fabrica sagittaria*) beschäftigten Soldaten, sammt dem Vorsteher derselben begraben sind, ausserdem aber auch ein nicht militärischer Unterbeamter aus dem Bureau des Präfecten von Illyricum, ferner Fremde aus Apamea und Epiphania in Syrien, ein *principalis* aus Mursa in Pannonien, während von Concordiensern und ihren Beamten, abgesehen von einem ohne Zweifel ebenfalls zu den Fremden gehörigen *archiater*, sich keine Spur hier gefunden hat[1]. Sicherlich wird für die bei der Fabrik beschäftigten Soldaten der Fiscus das Terrain erworben haben, an den in Folge dessen auch die Grabbussen abzuführen sind[2] und dann an dieses Terrain der Bestattungsraum für die sonstigen in Concordia gestorbenen Fremden angeschlossen worden sein, und ich zweifle nicht, dass bei genauer Controle der Fundnotizen auch in anderen Städten ähnliche Anlagen nachzuweisen sein werden[3].

Das in Lyon zur Beerdigung der Fremden bestimmte Terrain hat sich offenbar über einen grösseren Theil der Aquitanischen Strasse erstreckt und ist nur theilweise unter Constantin expropriirt worden, da mehrere Grabsteine von Fremden, wie gesagt, auch ausserhalb des Schachtes sich erhalten haben. Bemerkenswerth ist aber, dass unter den in Trion Bestatteten sich weder ein höherer kaiserlicher Beamter[4],

---

[1] Mommsen im CIL. V S. 1058 ff.

[2] Mommsen a. a. O. S. 1060: '*penditur multa semper fisco . . . nisi quod in fisci locum succedit res publica, scilicet Concordiensium, in unico titulo* n. 8741, *qui est archiatri* . . . . . . *cum in nostris . . . fiscus totus regnet*'.

[3] Wenigstens vergleichen lassen sich die in Karthago neuerdings aufgedeckten zwei Kirchhöfe aus dem ersten und zweiten Jahrhundert (CIL. VIII suppl. n. 12590 ff. mit den Ausführungen Mommsens S. 1335 ff.), in denen die niederen Beamten des kaiserlichen Tabulariums mit ihren Frauen oder Concubinen und Kindern beigesetzt worden sind, wie auch einige andere kaiserliche Sclaven und Freigelassene; ausserdem aber ein Soldat der 7. Legion, ein Veteran und ein Soldat der in Karthago stationirten *cohors I urbana* (n. 12590–92). Von Privatpersonen ist hier nur eine Sclavin und Tänzerin einer offenbar vornehmen Frau, vielleicht der Gattin des Proconsuls oder eines anderen hohen Beamten in Karthago, Metilia Rufina (n. 12925; vergl. de Vit *onomasticum* s. v. Metilius) und ein *φιλόσοφος* aus Gortyn in Creta (n. 12924) beigesetzt, der aber, nach seinem Namen T. Flavius zu schliessen, ebenso wie der Arzt Ti. Claudius M(a)trillus, ein kaiserlicher Freigelassener gewesen sein kann. Ohne Zweifel ist das für diesen Zweck bestimmte Terrain kaiserliches Eigenthum gewesen.

[4] Ebenso fehlen dieselben in den eben besprochenen Friedhöfen von Karthago, vergl. Mommsen CIL. VIII suppl. S. 1336: '*procuratores Augusti ipsi tabulario praefectos*

noch ein Officier über den Centurio hinaus gefunden hat. Man wird daraus schliessen können, dass ihre Beisetzung nicht auf dem Fremdenfriedhof stattgefunden habe und sie vielmehr, im Gegensatz zu den subalternen Beamten und Officieren, zusammen mit den Bürgern von Lugudunum oder auf einem abgesonderten Platze ihre Grabstätte gegefunden haben werden.

Sind nun unter diesen Grabschriften von in Lyon verstorbenen Fremden Spuren der Zugehörigkeit zum Christenthum nachzuweisen, das ja in jener Zeit, am Ende des zweiten und Anfang des dritten Jahrhunderts, besonders durch Irenaeus zahlreiche Bekenner hier gefunden hat? Ich glaube diese Frage bejahen zu sollen, wenn auch ein unwiderleglicher Nachweis der Christlichkeit für keine der Inschriften zu erbringen ist[1] und leider die Inschriften der Fremden aus dem Orient, die sicher einen nicht geringen Theil der alten Christengemeinde in Lugudunum gebildet haben, hier nur spärlich vertreten sind. Aber auch auf den zu Tage getretenen Inschriften der in und ausserhalb Galliens geborenen Fremden fehlt es nicht ganz an christlichen Indicien. Auf dem einzigen in diesen Ausgrabungen gefundenen Sarkophag der aus Rom stammenden Sertoria Festa aus Caracalla's Zeit (n. 23), die also nicht verbrannt, sondern beerdigt worden ist, findet sich auf den Seiten die Formel *salvi eatis* und *salvi redeatis*, darunter die Worte *b(onis) b(ene)* und über dem Worte *salvi* in den Ecken versteckt je ein Palmzweig, so dass ich trotz der Eingangsformel *Dis Manibus et quieti aeternae* und der auf dem Sarkophag befindlichen *ascia* die Zugehörigkeit der Verstorbenen zu der christlichen Religion für wahrscheinlich halte[2].

Einen ähnlichen Charakter trägt der wohl etwas ältere Grabcippus einer Pontia Martina aus der Narbonensis, der Freigelassenen und Gattin eines Veterans der in Germanien stationirten ersten Legion (n. 55). Am Schlusse der mit *D. M. et memoriae aeternae* beginnenden,

---

ab his monumentis abesse eorumque in titulis mentionem non fieri nisi propter libertos servosve eorum consentaneum est; procuratores regionum duo quorum inde elogia prodierunt libertini sunt et infimi ordinis'.

[1] Kurz angedeutet habe ich meine Ansicht über den christlichen Charakter einiger Inschriften von Trion bereits in den Beiträgen zur Geschichte der Narbonensischen Provinz: Westdeutsche Zeitschrift 8 (1889) S. 139 A. 56; die dort geäusserte Vermuthung, dass in n. 67 *Adelfi* nicht als Name zu fassen sei, will ich nicht aufrecht erhalten.

[2] Auch Allmer-Dissard *Trion* I S. 52, vergl. *musée de Lyon* I S. 262 ff., halten diese von mir bereits kurz nach der Auffindung meinem Freunde Allmer geäusserte Vermuthung zwar für möglich, aber wegen der Formel *Dis Manibus* und der *ascia* für wenig wahrscheinlich. Dass aber jene Grabformel sich auf sehr zahlreichen, sicher christlichen Inschriften findet, ist bekannt genug, und die von Becker: 'die heidnische Weiheformel *Dis Manibus* auf altchristlichen Grabschriften. Gera 1881' gesammelten Beispiele lassen sich noch wesentlich vermehren.

mit der *ascia* versehenen und der gewöhnlichen Formel *faciundum curavit et sub ascia dedicavit* endigenden Inschrift stehen folgende Worte, die sicher nicht, wie vermuthet worden ist, einen späteren Zusatz bilden: *have Dulciti, Gaudentius te salutat. Bonis bene!* Zwischen den beiden letzten Worten ist ein kleiner Palmzweig gravirt und ein zweiter findet sich am Schluss der 15. Zeile nach dem Worte *vi(v)us*, das dem Namen des den Stein setzenden Gatten beigefügt ist. Derartige Acclamationen mit den Namen (*signa*), welche die Verstorbenen im intimen Verkehr, insbesondere innerhalb von Corporationen, denen sie angehörten, geführt hatten, sind freilich sowohl auf heidnischen wie christlichen Grabschriften nicht selten; aber die Namen Dulcitius und Gaudentius, die ohne Zweifel auf die hier bestattete Martina und ihren Gatten zu beziehen sind, tragen ein so specifisch christliches Gepräge, dass ich unter Berücksichtigung der wohl kaum nur als Interpunctionszeichen hier zu fassenden Palmzweige[1] nicht umhin kann, auch diese Inschrift für christlich zu halten.

Eine eigene Bewandtniss hat es mit der von der Mutter und den Geschwistern gesetzten Grabschrift des in jugendlichem Alter verstorbenen Q. Sosius Antoninus (n. 106). Dieser ist, wie die dem Cippus eingefügte Aschenurne erweist, verbrannt worden, demnach sicher nicht als Christ gestorben. Aber der Stein ist zugleich oder wahrscheinlich etwas später auch dem Andenken seines Schwagers bestimmt worden, wie die am Schlusse zugefügten Worte: *et T. Aurel(io) Iulio qui vixit ann(is) XXVII m(ensibus) V dieb(us) XXVI genero pientissimo* erweisen. Ein Palmzweig steht am Schluss, der ja als Interpunctionszeichen aufgefasst werden kann; aber ausserdem läuft das X in *vixit* in ganz eigenthümlicher Weise, wofür ich keine Analogie aus heidnischen Inschriften anzuführen wüsste, in einen kleinen Palmzweig aus. Ich kann darin nicht bloss eine graphische Spielerei erkennen, sondern vielmehr eine zaghafte Andeutung, dass der ohne Zweifel neben seinem Schwager beigesetzte, d. h. nicht, wie dieser, verbrannte Aurelius Julius als Christ gestorben ist: einer der gewiss sehr häufigen Fälle, in denen ein Theil der Familie heidnisch geblieben war, während Andere bereits den neuen Glauben angenommen hatten.

Schliesslich möchte ich auch den *threptius* (= *alumnus*) Valerius Primus Viperius (n. 57), dessen Pflegevater allerdings verbrannt worden ist, und die Aurelia Sabbatia (n. 81) ihrer Cognomina wegen

[1] Beispiele von Palmzweigen als Interpunctionszeichen auf heidnischen Inschriften bei Huebner *exempla scripturae* p. LXXVIII; in Trion auf den heidnischen Inschriften n. 56. 82. 109; auch n. 86 mit der Acclamation *Eusebi vale* (zwischen beiden Worten ein Palmzweig) kann heidnisch sein; der Name Eusebius kommt nicht nur bei Christen vor.

für Christen halten, wenn auch letzterer auf jüdischen Ursprung hinweisen kann.

Es sind unscheinbare und versteckte, aber meines Erachtens nicht bedeutungslose Indicien, die auf diesem Fremdenfriedhof von Lugudunum auf die Zugehörigkeit Einzelner der hier Bestatteten zu der christlichen Kirche hindeuten. Gewiss kann man jeden einzelnen Fall als nicht streng erweisbar in Abrede stellen, aber mir scheint, dass ein solcher Skepticismus hier nicht am Platze ist. Man verkennt dabei, eine wie grosse Gefahr mit dem offenen Bekenntniss des christlichen Glaubens des dahingeschiedenen Familienmitgliedes, selbst in ruhigen Zeiten, für die Hinterbliebenen verknüpft war, und schon die Thatsache, dass selbst an den Orten, in denen nachweislich bereits in früher Zeit sich christliche Gemeinden gebildet haben, die Zahl der sicher christlichen Grabschriften so verschwindend gering ist, spricht für die Strenge der Reichsregierung, die es den Christen unmöglich machte, auch nach dem Tode ihren Glauben zu bekennen. An einer gemeinsamen Beerdigung mit Heiden haben im dritten Jahrhundert und wohl auch noch in späterer Zeit viele Christen keinen Anstoss genommen[1]; aber auch die Inschriften auf den gesonderten Grabstätten der Christen weisen im dritten Jahrhundert, wie der christliche Kirchhof von Clusium zeigt, nur geringe Verschiedenheiten von den heidnischen Grabschriften auf und schliessen sich eng an die in diesen übliche Fassung an[2].

Wie an anderen Orten[3], so hat auch in Lyon der christliche Kirchhof sich an die heidnische Begräbnissstätte und zwar bezeichnender Weise an diesen Fremdenfriedhof der Aquitanischen Strasse angeschlossen, und zahlreiche christliche Inschriften, die bei der nahe gelegenen Kirche St.-Irenée gefunden sind, legen davon Zeugniss ab.

---

[1] Wirft doch Cyprian *epp.* 67, 6 dem Bischof Martialis vor: *filios in eodem collegio exterarum gentium more apud profana sepulcra depositos et alienigenis consepultos.*

[2] Dies lässt sich besonders deutlich in Aegypten verfolgen, wo die Christen auch an der Mumificirung der Todten festgehalten haben, vergl. Carl Schmidt: ein altchristliches Mumienetikett nebst Bemerkungen über das Begräbnisswesen der Kopten in der Zeitschrift für Aegyptische Sprache 32 (1894) S. 52 ff., besonders S. 60: 'was für die Nomenclatur gilt, gilt auch für das Inschriftenformular. Es ist nämlich ein charakteristisches Merkmal der altchristlichen Zeit, dass sich die Christen des heidnischen Grabformulars bedienten, und dass sich erst allmählich nach Ausscheidung der heidnischen Bestandtheile ein eigenes christliches Formular ausbildete. Liesse uns nicht das Monogramm den christlichen Ursprung erkennen, so würden wir sicherlich das Etikett für ein heidnisches halten. Das christlich-koptische Formular finden wir erst auf den Grabsteinen vom sechsten Jahrhundert an ausgebildet'.

[3] So in Aegypten; vergl. Schmidt a. a. O. S. 57: 'die Christen haben überall, wo heidnische Nekropolen bestanden, ebenfalls ihre *areae* angelegt .... Überall, wie z. B. bei Arsinoe, Erment, Achmim, Athribis, Theben u. s. w. stösst man auf alte christliche Anlagen neben den heidnischen'.

Hier war auch der Grossvater des Apollinaris Sidonius, der Praefectus praetorio von Gallien unter dem Kaiser Valentinianus, begraben, der erste, der aus der Familie des Dichters den christlichen Glauben angenommen hatte[1]. Aber wenn auch das Christenthum, wie man aus diesem Beispiel schliessen darf, in die höheren Kreise der römischen Gesellschaft von Lyon erst verhältnissmässig spät Eingang gefunden haben wird, so ist es doch wohl kein Zufall, dass die älteste datirte christliche Inschrift von Gallien, eine noch unter Constantin im Jahre 334 gesetzte Grabschrift, gerade in Lugudunum zum Vorschein gekommen ist, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass bereits lange vorher der neue Glaube in dieser politischen und religiösen Metropole tiefe Wurzel geschlagen und dann von diesem Bischofssitze aus sich allmählich den Norden des römischen Reiches erobert hat.

---

[1] Vergl. die von Sidonius lange nach dem Tode seines Grossvaters verfasste Grabschrift *epp.* III, 12 v. 15 ff.: *primus de numero patrum suorum sacris sacrilegis renuntiavit.* In diesem Briefe erzählt Sidonius, wie er die Zerstörung des Grabes seines Grossvaters gehindert habe, und giebt eine interessante Schilderung des Zustandes dieser damals ganz verwahrlosten Grabstätte, die zu seiner Zeit offenbar zu neuen Gräbern benutzt werden sollte (§. 1): '*campus dudum refertus tam bustualibus favillis quam cadaveribus nullam iam diu scrobem recipiebat; sed iam tellus humatis quae superducitur redierat in pristinam distenta planitiem pondere nivali seu diuturno imbrium fluxu sidentibus acervis; quae fuit causa, ut locum auderent tamquam vacantem corporum baiuli rastris funebribus impiare*'. Also lagen hier Christen und Heiden (denn die *bustuales favillae* können nur auf diese gehen) unter oder doch wenigstens in geringer Entfernung von einander.

Ausgegeben am 18. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

18. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Dümmler, als Vorsitzender der Centraldirection der Monumenta Germaniae historica, überreicht den Jahresbericht über deren Herausgabe.

Der Bericht folgt umstehend.

2. Zu wissenschaftlichen Zwecken sind von der physikalisch-mathematischen Classe bewilligt dem Dr. von Rebeur-Paschwitz zu Merseburg zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Veränderungen der Richtung der Schwere 600 Mark; von der philosophisch-historischen Classe dem Dr. K. Buresch, zur Zeit in Athen, für eine topographische Reise in Kleinasien 1500 Mark, dem ausserordentlichen Professor in der philosophischen Facultät der Königlichen Friedrich-Wilhelms Universität hierselbst Dr. W. Grube zur Herausgabe einer auf der hiesigen Königlichen Bibliothek befindlichen Handschrift der Iu-tschen-Sprache 900 Mark.

Die Akademie hat die correspondirenden Mitglieder ihrer physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Lothar Meyer in Tübingen am 11. April, Hrn. James Dana in New Haven Conn. am 15. April durch den Tod verloren.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von E. Dümmler.

Die 21. Plenarversammlung der Centraldirection der *Monumenta Germaniae historica* wurde in diesem Jahre vom 4. bis 6. April in Berlin abgehalten. Durch eine Reise wurde Hr. Geh. Justizrath Brunner, durch Unwohlsein Seine Excellenz Hr. Geheimerath von Sybel an der Theilnahme verhindert. Hr. Prof. Weiland war uns nach kurzer Mitwirkung am 5. Februar durch den Tod entrissen worden. Anwesend waren die HH. Prof. Bresslau aus Strassburg, Dove aus München (an Stelle des Geh. Hofraths von Rockinger zum Vertreter der Bayerischen Akademie gewählt), Hr. Geheimerath Dümmler, Hr. Geheimerath von Hegel aus Erlangen, Hr. Prof. Holder-Egger, Hr. Hofrath Maassen aus Innsbruck, Hr. Prof. Mommsen, Hr. Prof. Mühlbacher aus Wien, Hr. Prof. Scheffer-Boichorst und Hr. Geheimerath Wattenbach.

Im Laufe des Jahres 1894/95 erschienen

in der Abtheilung *Auctores antiquissimi:*

1. *Chronica minora* saec. IV. V. VI. VII ed. Th. Mommsen II, 2 (= A. a. XI, 2);
2. *Chronica minora* saec. IV. V. VI. VII. ed. Th. Mommsen III, 1 (= A. a. XIII, 1);

in der Abtheilung *Leges:*

3. *Leges Visigothorum antiquiores* ed. Zeumer;
4. *Hincmarus de ordine palatii* ed. Krause;

in der Abtheilung *Epistolae:*

5. *Epistolae saeculi XIII e regestis pontificum Romanorum selectae* ed. Rodenberg III;
6. *Epistolarum tom. II p. II Gregorii papae Registrum* L. X–XIV ed. L. Hartmann;
7. *Epistolarum tom. IV aevi Karolini t. II* ed. E. Dümmler;
8. von dem Neuen Archiv der Gesellschaft Band XX, herausg. von Bresslau.

Unter der Presse befinden sich ein Folioband, 6 Quartbände.

In der Sammlung der *Auctores antiquissimi* sind nach Gildas und Nennius demnächst die Chroniken Beda's, die mehr litterarischen als wirklichen Quellenwerth besitzen, als Fortsetzung des 3. Chronikenbandes zu erwarten. Ausführliche Register für diese 3 Bände, welche vermuthlich als die letzten dieser Abtheilung zu betrachten sind. werden nachfolgen.

In der Reihe der *Scriptores* hat im October der Druck des 3. Bandes der *SS. rerum Merovingicarum* begonnen und ist so eifrig gefördert worden, dass wir über's Jahr seine Vollendung gewärtigen dürfen. Er enthält bis jetzt wesentlich noch vormerowingische Heiligenleben, deren geschichtlicher Unwerth von dem Herausgeber Dr. Krusch in den Einleitungen klar dargelegt wird.

Der dritte abschliessende Band der Schriften zum Investiturstreit ist insoweit vorbereitet, dass der Druck in diesen Tagen beginnen kann. Der 30. (und letzte) Folioband, welcher wegen der sehr schwierigen, auch die spätere Thüringer Geschichtschreibung umfassenden, Voruntersuchungen über die darin aufzunehmenden Erfurter und Reinhardsbrunner Chroniken längere Zeit hatte ruhen müssen, wird gegenwärtig weiter gedruckt, um vielleicht seines grösseren Umfanges wegen in 2 Hälften ausgegeben zu werden. Jedenfalls wird daneben im nächsten Winter der Druck des 31. Bandes mit den von Holder-Egger und zum Theil von Simonsfeld bearbeiteten italienischen Chroniken des 13. Jahrhunderts anfangen, für welche eine Reise des Herausgebers nach Wien im Februar und März einige Ergänzungen des Materials lieferte.

Von den Handausgaben werden die *Annales Einhardi* und *Laurissenses maior.* von Hrn. Dr. Kurze im Mai unter die Presse kommen und voraussichtlich noch in diesem Jahre erscheinen. Eine Ausgabe der Erfurter Geschichtsquellen des 12.–14. Jahrhunderts beabsichtigt Hr. Holder-Egger sodann folgen zu lassen. Durch einzelne Nachweisungen machten sich die HH. Dr. Simonsfeld in München und Prof. Wenck in Marburg um diese Abtheilung verdient.

In dem 1. Bande der Deutschen Chroniken hat der Druck des von Hrn. Dr. Kraus in Wien bearbeiteten Bruchstückes der Silvesterlegende begonnen. An dem weiter zur Ergänzung der Kaiserchronik bestimmten Annoliede arbeitet Hr. Prof. Rödiger. Der Druck von Enikel's Fürstenbuch, für welches wir der Gefälligkeit des Hrn. Dr. Priebsch eine Vergleichung der Cheltenhamer Handschrift verdanken, soll im Mai wieder aufgenommen werden. Für den 6., den österreichischen und bayerischen Chroniken gewidmeten, Band hat Hr. Prof. Seemüller in Innsbruck im vergangenen Sommer auf

der Münchener, Wiener, Klosterneuburger und anderen benachbarten Bibliotheken Handschriften benutzt und ist sodann in den Osterferien zu demselben Zweck nach London gereist, wo sich u. a. für die Chronik Hagen's eine Handschrift mit eigenthümlichen Zusätzen gefunden hat. Diese Vorstudien werden auch weiterhin noch fortgesetzt und durch eine weitere Reise nach Linz, Zwettl, Schlierbach und Klosterneuburg vervollständigt werden müssen. Die Arbeiten an der Sammlung der politischen Sprüche und Lieder in deutscher Sprache nehmen unter Leitung des Hrn. Prof. Röthe in Göttingen ihren Fortgang.

In der Abtheilung *Leges* ist der 2. Band der *Capitularia regum Francorum* sammt den Anhängen fertig gedruckt, das umfangreiche Register für beide Bände und die Einleitung sollen demnächst der Presse übergeben werden. Der Herausgeber, Hr. Dr. Krause, ist zur Zeit damit beschäftigt, die Handschriften des Benedictus Levita in Rom für den 3. Band zu vergleichen. Für die grosse Ausgabe der *Leges Visigothorum* hat Hr. Prof. Zeumer im März die schon länger geplante Reise nach Paris ausgeführt, für die abermalige Bearbeitung der einst von Merkel herausgegebenen *Lex Baiwariorum* steht die Gewinnung einer neuen Kraft in Aussicht.

Der Druck des 2. Bandes der *Constitutiones imperatorum* war bis zum 51. Bogen fortgeschritten, als er durch den Tod des Professors Weiland jählings unterbrochen wurde. Da derselbe das Manuscript jedoch zum grössten Theile druckfertig hinterlassen hatte, so kann trotz dieses schmerzlichen Verlustes die Vollendung fortschreiten, indem sein Mitarbeiter Dr. Schwalm bei der Drucklegung durch Hrn. Prof. Scheffer-Boichorst und Hrn. Dr. Schaus unterstützt wird. Für den 3. Band bis auf Heinrich VII. (1313) und zum Theil auch für den 4., die dem Dr. Schwalm bereits früher übertragen worden, hat dieser auf zwei Reisen, einer nach den Niederlanden und Nordfrankreich, der anderen nach Italien, ein reiches Material gesammelt, so dass nur eine kleinere Nachlese übrig bleiben wird.

Die Urkunden Kaiser Heinrich's II. (und des Königs Arduin), welche den Abschluss des sächsischen Kaiserhauses bilden sollen, sind durch Hrn. Prof. Bresslau und seinen Mitarbeiter Dr. Bloch, dem sich seit Kurzem Dr. Martin Meyer als weiterer Hülfsarbeiter zugesellt hat, so weit gefördert worden, dass der Druck, eine Zeit lang durch Mangel entsprechender Typen gehemmt, nunmehr begonnen hat und ununterbrochen fortlaufen kann. Einige italienische, französische und mitteldeutsche Archive lieferten dafür noch werthvolle Nachträge. Einzelne inhaltlich mit den Kaiserurkunden eng zusammenhängende Privaturkunden werden gelegentlich eingereiht werden. Für kritische Erörterungen bot das Neue Archiv eine Stätte.

Für die Karolingerurkunden unternahm Hr. Prof. Mühlbacher im September eine Reise nach der Schweiz und dem Rhein, um mehrere nicht versandte Stücke an Ort und Stelle nachzuprüfen. Sein Mitarbeiter Dr. Dopsch hielt sich vom December 1893 bis October 1894 in Paris auf, wo er besonders die grossen Cartulare der ehemaligen geistlichen Stiftungen planmässig durchzunehmen hatte. Die Archive der Departements, für welche die Zeit nicht mehr reichte, blieben einer späteren Reise vorbehalten. Zunächst hat sich in der 2. Hälfte des März Hr. Dr. Dopsch nach Italien begeben, um in einem längeren Aufenthalte so viel wie möglich zu erledigen. Einzelne Proben seiner neuen Funde werden vorläufig in den Mittheilungen des österreichischen Institutes in Wien veröffentlicht. Die Regesten der italienischen Karolinger, von Hrn. Prof. Mühlbacher hergestellt, sollen der Ausgabe der Urkunden selbst vorangehen.

Da diese von Böhmer einst begründeten Regesten als eines der unentbehrlichsten Hülfsmittel für die *Diplomata* in unvermindertem Werthe fortbestehen, so wurden für die staufische Fortsetzung derselben Hrn. Dr. Schaus als Mitarbeiter des Prof. Scheffer-Boichorst Mittel zu einer Forschungsreise bewilligt.

In der Abtheilung *Epistolae* erschien der schon im Vorjahre durch Hrn. Prof. Rodenberg in Kiel fast vollendete 3. abschliessende Band der päpstlichen Regesten des 13. Jahrhunderts. Hr. Dr. Hartmann in Wien beendigte den Druck des Textes des *Registrum Gregorii* nebst einigen Anhängen. Die Register, für welche Hr. Wenger in Wien die Vorarbeiten gemacht hat, und die Einleitung werden noch einige Monate erfordern. Der 4. Band der *Epistolae*, welcher ausser Alchvin nur noch mit einigen Ausnahmen die Briefe aus der Zeit Karls des Grossen, sowie die des Dungal und Claudius aufnehmen konnte, liegt mit den von Hrn. Dr. Hampe angefertigten Registern vollendet vor. Auch der 5. Band, welcher in die 2. Hälfte des 9. Jahrhunderts hineinreichen wird, befindet sich schon an vielen Punkten, namentlich durch Hrn. Dr. Hampe, in Vorbereitung. Zur Benutzung der von aller Versendung ausgeschlossenen englischen Handschriften soll derselbe im Sommer auf mehrere Monate nach England gehen und gleichzeitig dort für andere Abtheilungen nach Kräften arbeiten.

In der Abtheilung *Antiquitates* steht das Register zum 2. Bande der *Necrologia Germaniae* noch immer aus. Der Druck des 3. Bandes der *Poetae aevi Carolini* ist im Januar wieder aufgenommen worden: mit ihm gedenkt Hr. Dr. Traube, durch andere Aufgaben in Anspruch genommen, seine Thätigkeit für die *Mon. Germ.* zu beenden. Für den 4. Band, welcher mit dem Reste der karolingischen Zeit auch einen

Theil der ottonischen zu verbinden gestattet, ist Dr. von Winterfeld als Mitarbeiter eingetreten.

Für das Neue Archiv, dessen 20. Band mit einem umfassenden Register von Hrn. Dr. Meyer schliesst, wird der 21. Band insofern eine neue Reihe eröffnen, als es, von nun an 50 Bogen stark, besser denn bisher als Werkstätte unserer Arbeiten allen vielseitigen Bedürfnissen gerecht werden kann. Der Preis wird dem entsprechend von 12 auf 15 Mark erhöht werden.

Einzelne Vergleichungen oder Abschriften wurden uns in dem vergangenen Arbeitsjahre freundlichst besorgt von den HH. Mons. Amelli in Montecassino, W. Brambach in Karlsruhe, L. Delisle in Paris, L. Det in Troyes, Harmer in Cambridge, Jadart in Reims, Kerler in Würzburg, Keyssner in München, Lebègue und Molinier in Paris, P. Gabriel Meier in Einsiedeln, Ouverléaux in Brüssel, Predelli in Venedig, Priebsch in London, da Ré in Verona, Salveraglio in Cremona, Simonsfeld in München, Tangl in Wien, de Vries in Leiden. Ihnen wie auch dem Auswärtigen Amte des Deutschen Reiches für stets geneigte Vermittelung zur Übersendung von Handschriften und vielen Bibliotheks- und Archivvorständen gebührt unser wärmster Dank.

Für den Verkehr innerhalb Deutschlands durften wir von der den Reichsbehörden gewährten Portofreiheit Gebrauch machen. Unseren Sammlungen ist durch die Gewogenheit des Reichsamtes des Innern in dem Erdgeschoss des Reichsversicherungsamtes, Königin Augusta-Str. 25–27, eine würdigere und angemessenere Unterkunft als in der bisherigen Miethswohnung eingeräumt worden.

Ausgegeben am 25. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.

XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

25. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Dilthey las 'Fortsetzung der Ideen über beschreibende Psychologie'.

Die Mittheilung wird später in den Sitzungsberichten erscheinen.

Ausgegeben am 9. Mai.

1895.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

25. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers i. V.

1. Hr. Schwarz trug eine Fortsetzung seiner Untersuchung über die Integration einiger partieller Differentialgleichungen vor.

Diese Untersuchung wird später im Zusammenhange veröffentlicht werden.

2. Hr. Möbius legte die umstehende Mittheilung des Abtheilungsvorstehers im Physiologischen Institut der hiesigen Universität Hrn. Geh. Med.-R. Prof. G. Fritsch vor über *Hypnos subniger*.

Über Hypnos subniger.

Von Prof. Dr. Gustav Fritsch
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Möbius.)

Die wissenschaftliche Reise im Frühjahr 1894, über welche bereits ein vorläufiger Bericht eingereicht wurde, verfolgte neben dem Hauptzweck, Untersuchungen über die Brutverhältnisse der Fische im Nildelta anzustellen, mancherlei andere Ziele, über welche ich mir erlaubte weitere Mittheilungen in Aussicht zu stellen.

Als ein besonders wichtiges Ergebniss eines derartigen Unternehmens darf man gewiss das Anknüpfen neuer und die Befestigung älterer Beziehungen zu solchen Personen betrachten, die willig sind, wissenschaftliche Bestrebungen in opfermuthiger Weise zu unterstützen, ohne mündliche Instruction dazu aber gar nicht im Stande wären. Ich war diessmal so glücklich, einen Hrn. J. Ernst aus Tasmania kennen zu lernen, welcher sich bereit erklärte, in den Meeren seiner Heimath Nachforschungen anzustellen über eine Art elektrischer Fische, welche in Europa noch fast unbekannt ist, nämlich *Hypnos subniger* Dum.

Diese Art, welche zu den Torpedineen mit gefranzten Spritzlöchern gehört (*Fimbriotorpedo* Fritsch), ist im British Museum nur dürftig vertreten, in den Museen des Continents fehlt sie meines Wissens gänzlich. Geleitet durch die von mir gegebene Beschreibung und Skizze ist es Hrn. Ernst gelungen, dieses äusserst seltene Material zu beschaffen, so dass Ende December zwei Exemplare der Art in meine Hände gelangten, welche an der australischen Küste gefangen wurden.

Die Untersuchung der im ganzen wohlerhaltenen, in Spiritus eingelegten Fische lehrt, dass man es mit neugeborenen Individuen zu thun hat, wie solche wohl überhaupt noch nicht beschrieben wurden. Das eine Exemplar hat noch den bereits stark verkleinerten Dottersack, das andere hat ein grösseres Stück desselben durch die Praeparation verloren. Trotz dieses jugendlichen Zustandes zeigen die Fische schon auffallend beträchtliche Dimensionen; ihre grösste Länge beträgt 8ᶜᵐ3 und 8ᶜᵐ8, die grösste Breite der Scheibe 5ᶜᵐ7 und 5ᶜᵐ8, sie scheinen demnach von demselben Wurf zu stammen. Das Geschlecht

ist bei beiden weiblich, die Farbe ist auf dem Rücken gleichmässig vertheilt, fahl kaffeebraun, bei dem kleinern Exemplar etwas matter. Die Flossenränder hell, weisslich, ebenso die Unterseite. Die Spritzlöcher liegen, entsprechend dem Gattungscharakter, dicht an den Augen, eingefasst von langen fingerförmigen Fimbrien, die heller gefärbt sind als die Umgebung. Die Nasenklappe ist ziemlich lang, mit fast geraden Seitenrändern, während der untere Rand in der Mitte eingekerbt ist.

Somit ist es klar, dass die im British Museum befindlichen, von mir in den Torpedineen (S. 48) beschriebenen Exemplare durch die Conservirung hinsichtlich der Nasenklappe verunstaltet waren.

Ebenso wie bei den Foetus der anderen Arten sind die elektrischen Organe bereits gut entwickelt, sie haben die Länge von 33 bez. 35 Mm. bei einer grössten Breite von 15 und 15,5 Mm. Bei dem grössern Exemplar liess sich die Säulenzahl des linken Organs ventral durch die Haut mit ziemlicher Sicherheit feststellen und ergab eine Gesammtsumme von 475 Säulen, während die Randsäulen wieder auffallender Weise die Zahl 100 zeigten. Da die Zahl 475 den früher festgestellten Durchschnitt an erwachsenen Exemplaren (436) sogar etwas übertrifft, darf die Beobachtung als ein weiterer Beweis für das unzweifelhaft richtige Gesetz der Praeformation der elektrischen Elemente (Säulenmenge) des neugeborenen Individuums auch bei dieser Gattung betrachtet werden.

Dagegen zeigt sich an beiden Exemplaren eine Abweichung von der Körpergestalt des erwachsenen Fisches, welche als ein schönes Beispiel für die Vererbung in correspondirenden Altersstufen nach der Darwin'schen Anschauung angeführt werden kann. Indem die fortschreitende Ausbildung der elektrischen Organe mit einer rückschreitenden Entwickelung des locomotorischen Apparates einhergeht und die Thiere zu einer trägen Lebensweise veranlasst, sehen wir den neugeborenen Fisch, längst ausgestorbenen Ahnen entsprechend, noch mit einem leidlich gut entwickelten Schwanz ausgestattet, der im spätern Leben, der rückläufigen Entwickelung des Bewegungsapparates folgend, mehr und mehr zurücktritt. Setzt man die Gesammtlänge des erwachsenen Fisches = 100 (Torpedineen Taf. XIII Fig. 30), so beträgt die Schwanzlänge nur 29; bei den beiden hier beschriebenen Neugeborenen dagegen 33.7 bez. 35.2.

Hoffentlich gelingt es, weitere Mittheilungen über die Entwickelung und das Vorkommen dieses interessanten Fisches zu erhalten.

Ausgegeben am 9. Mai.

1895.
XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

2. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen (i. V.).

Hr. Dümmler las über 'Leben und Lehre des Bischofs Claudius von Turin'.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. C. Ludwig in Leipzig am 23. April durch den Tod verloren.

Über Leben und Lehre des Bischofs Claudius von Turin.

Von E. Dümmler.

Wenn Einhard in dem Leben Karl's des Grossen (c. 16) rühmt, dass diesen Herrscher sogar die kleinen schottischen und spanischen Könige wie ihren Oberherrn verehrt, dass sowohl die griechischen Kaiser als der mächtige Chalif von Bagdad ihm Freundschaft geboten hätten, so entspricht dieser universalen Stellung und Anerkennung des Reiches die Mannigfaltigkeit der Bildungselemente, die am fränkischen Hofe zusammenströmten und eine Wiedergeburt der Studien nach langer Nacht heraufführten Auf die Langobarden Petrus von Pisa, Paulus Diaconus, Paulinus folgte der Angelsachse Alchvin mit seinen Gefährten, daneben wirkten gelehrte Iren (damals Schotten genannt), wie Dungal und Clemens, ja sogar ein Spanier wie Theodulf, und selbst an Griechen fehlte es nicht ganz.[1] Im Reiche hie und da scheel angesehen,[2] erfreuten sich diese Fremden der unabänderlichen Gunst Karl's selbst, der seinen Ruhm darein setzte, die Weisen aller Völker um sich zu scharen, und so wurden sie die Lehrmeister der Franken und der übrigen deutschen Stämme.

Nicht mehr am Hofe Karl's, wenn auch noch bei seinen Lebzeiten, sondern am Hofe seines Sohnes Ludwig, als Königs von Aquitanien, nicht in Aachen, sondern auf den Pfalzen Chasseneuil oder Ebreuil, begegnen wir nach Theodulf einem zweiten Spanier, dem Priester Claudius,[3] zuerst im Jahre 811 erwähnt. Diese beiden Landsleute sind von einander grundverschieden, denn während Theodulf, der Bischof von Orléans, der sich gothischer Abkunft rühmt, eine

---

[1] Vergl. Epist. IV, 466 n. 3; Einhardi Transl. S. Marcellini l. IV c. 1 (SS. XV, 256).

[2] V. Alcvini c. 18 (SS. XV, 193).

[3] Ich verweise hier im Allgemeinen auf meine Ausgabe der Briefe und Vorreden des Claudius: M. G. Epistolae IV, 586—613, sowie auf die dort gegebenen Nachweise, die ich hier nicht wiederhole. Von der neueren Litteratur ist mir Laville, Claude de Turin, Essai sur le protestantisme du IX siècle, Toulouse Chauvin unzugänglich geblieben. R. Foss, Kirchenreformator. Bestrebungen im 9. Jahrhundert (Progr. des Luisenstädt. Realgymnas. Ostern 1893) bietet nichts Neues.

genaue Kenntniss der römischen Dichter verräth, denen er unter allen Hofgelehrten am zierlichsten und gewandtesten nachzueifern versteht, ist Claudius, in dem wir seinem Namen nach wohl eher einen Romanen vermuthen dürfen, von klassischer Bildung völlig unberührt und erinnert hiedurch an Alchvin's litterarischen Gegner, den Erzbischof Elipantus von Toledo. Er gesteht dies selbst unumwunden zu und schreibt ein unbeholfenes Kirchenlatein, in welchem namentlich die Casusendungen sowie Einheit und Mehrheit öfter verwechselt werden. Gerade die besseren und älteren Handschriften seiner Werke sind daher fehlerhafter, als die jüngeren und die Handschriften fehlerhafter als die Ausgaben.[1] Indem seine litterarischen Gegner, bisweilen in Ermangelung sachlicher Einwendungen, ihm später immer und immer wieder seine ungebildete und bäurische Sprechweise vorwerfen und ihm einzelne Schnitzer vorhalten, sagen sie durchaus nichts Schlimmeres von ihm, als was er selbst zugibt, indem er betont, dass er mit der weltlichen Litteratur ganz unbekannt sei und keinen Lehrer darin gehabt habe. Die wenigen Citate aus Klassikern, die sich gelegentlich bei ihm finden, zwei Vergilstellen, eine Stelle aus Cicero und selbst eine aus Sedulius, hat er sämmtlich aus zweiter Hand (Epist. IV, 586).

Aus seinem eigenen Munde wissen wir, dass Claudius vor dem Aufenthalt bei Ludwig eine Zeit lang in Lyon verweilte und dort den Erzbischof Leidrad, Alchvin's Freund, als seinen Lehrer verehrte. Leidrad, der sich um die Verbesserung des Schulwesens in seinem Sprengel grosse Verdienste erworben,[2] interessirte sich auch später noch nach seiner Abdankung (im Jahre 816), ebenso wie der mit ihm eng verbundene Erzbischof Nifridius von Narbonne, für die Schriften des Claudius. Wenn wir der Angabe seiner Gegner Glauben schenken dürfen, er habe zu den Schülern des sittenstrengen, aber als Ketzer zum Widerruf genöthigten, Bischofs Felix von Urgel gehört — eine Nachricht, die freilich nur in gehässiger Absicht vorgetragen wird —, so könnte man etwa vermuthen, Claudius sei im Gefolge des Felix nach Lyon gekommen, als dieser seit dem Jahre 800 zum Schutz gegen einen Rückfall dort überwacht wurde.[3] Jedenfalls hat sich ja Leidrad auch auf spanischem Boden besonders mit den Anhängern des Felix beschäftigt und viele von ihnen bekehrt. Wie dem auch sein mag, Claudius' Rechtgläubigkeit konnte in dieser Hinsicht nicht bezweifelt werden, keine Spur in seinen Schriften deutet auf Adoptianismus hin, er schliesst ihn im Gegentheil aus und beschränkt den

---

[1] Vergl. Rudelbach Claudii oper. specim. p. 18. 19.

[2] S. sein Schreiben an Karl Epist. IV, 542 flg.

[3] S. die Briefe Alchvin's Epist. IV, 345. 346.

Begriff der Adoption, der Annahme an Kindesstatt, ausdrücklich auf den gläubigen Menschen.[1]

Bei Ludwig, dem theologisch gesinnten Herrscher, der ihn eigens an seinen Hof berief, erwarb Claudius besondere Gunst durch die ausgedehnte, selbst von seinen Gegnern anerkannte Bibelkunde, die in seinen Predigten hervortrat.[2] An mündliche Erläuterungen einzelner Bücher der heil. Schrift, an Vorträge, schlossen sich bald auch schriftliche Aufzeichnungen an, von denen der Commentar zur Genesis in drei Büchern die älteste ist. Wie schon aus der Vorrede hervorgeht, ist darin vorzugsweise Augustinus benutzt worden, daneben Isidor, Origenes u. A. Die Namen der Quellen hat der Verfasser nach dem Muster Beda's, wie er selbst angibt, durchweg am Rande beigefügt. Auf geistige Selbständigkeit macht er in seinen Arbeiten keinen Anspruch: er vergleicht sich gelegentlich mit einem Bettler, der ohne eigene Ernte hinter den Schnittern hergehend auf fremden Feldern Ähren liest. Nur einzelne Lücken will er aus Eigenem ergänzen und zwischen den entlehnten Stücken eine Verbindung herstellen.

Der Commentar zur Genesis, welcher längere Zeit für verloren gelten musste — eine dem Kloster Cluni gehörige Handschrift haben wir nicht mehr —, ist neuerdings in einer im Jahre 811 geschriebenen, ganz gleichzeitigen, an den Rändern mehrfach beschädigten und im Innern verstümmelten Pariser Handschrift (9575)[3] unbekannten Ursprunges aufgetaucht und noch ungedruckt. Gewidmet ist das Werk einem Abte Dructeramnus, über dessen Persönlichkeit Zweifel bestehen, ob er dem Kloster St. Chaffre du Monastier in der Landschaft Velay angehört hat, wie Mabillon annahm, oder dem Kloster Solignac im Sprengel von Limoges, wie man früher muthmaasste. An beiden Orten kommt unter Ludwig dem Frommen der Name Dructeramnus vor, ohne dass die Zeit sich genau bestimmen liesse, und die Äbte beider konnten wohl am Hofe Ludwig's verkehren, da sie in seinem Gebiete lebten.

Ludwig, der als Nachfolger Karl's schon seit 813 den kaiserlichen Titel und die Mitregentschaft besass, war inzwischen seinem Vater

---

[1] S. Neander's Gesch. der christl. Kirche (3. Aufl.) II, 235 Anm. 8; C. Schmidt Claudius v. Turin (Illgen's Zeitschr. f. d. hist. Theol. XIII, 59 a. 1843), Rudelbach (Claudii specim. p. 26).

[2] Proben seiner Predigten aus der Pariser Hs. 740 gibt Rudelbach (Claudii inedit. oper. specimina p. 36—66). Über seine Bibelkenntniss s. die von Rudelbach (S. 33) aus Jonas (p. 170. 179) angeführten Stellen.

[3] Vergl. Epist. IV, 590—593. Nach Mittheilung Lebègue's fehlen hinter fol. 56' zwei Blätter, da eine ziemlich alte Hand dort bemerkt: 'hic desunt due cartule'. Dieselbe bemerkt unten auf fol. 67' 'hic deest unus quaternus'. Das 2. Buch beginnt auf fol. 41', das 3. auf fol. 68'. Die Handschrift wurde vor fast 40 Jahren gekauft. Vergl. Delisle, le cabinet des manuscr. I, 4 Anm. 11.

auf dem Throne gefolgt, und mit ihm zog ohne Zweifel auch Claudius nach Aachen, um dort die frühere Thätigkeit fortzusetzen. Noch drei seiner Auslegungen fallen in die Zeit seines Priesterthums. Die erste ist eine Zusammenstellung in vier Büchern aus den Commentaren der Väter, die er uns einzeln aufzählt, namentlich des Hieronymus, Augustinus, Rufinus, Hilarius, Chrysostomus, Origenes und Beda, zum Evangelisten Matthäus, ebenfalls mit Quellenangaben am Rande, und dem auch sonst bekannten Abte Justus von Charroux im Jahre 815 gewidmet. Dies gleichfalls noch ungedruckte Werk, das Baronius bereits kannte, muss sich einer grossen Beliebtheit erfreut haben, da nicht weniger als zehn Handschriften davon bekannt geworden sind, zwei, die noch im vorigen Jahrhundert vorhanden waren, in Laon[1] und St. Germain-des-Prés, sind jetzt verschollen, vier befinden sich in England (London und Cambridge[2]), je eine in Rom, Berlin (aus Reims stammend), Troyes und Toulouse. Nur die Vorrede haben Mabillon und Ang. Mai herausgegeben. Der Verfasser klagt darin über Kränklichkeit und Schwäche der Augen und bittet manche Mängel damit zu entschuldigen, dass er ohne Entwurf sogleich eine Reinschrift angefertigt habe.

Ungefähr in dieselbe Zeit, etwa zwischen 814 und 816, gehört die Auslegung des Galaterbriefes, die Claudius, unter Beziehung auf den einstigen Aufenthalt in der Auvergne, demselben Abte Dructeramnus zueignete, dem er die Genesis übersandt hatte. Aus einer jetzt verschollenen Handschrift in St. Germain d'Auxerre gab ein Mönch dieses Klosters Peter de la Pesselière mit Lobsprüchen auf den Verfasser, den er fälschlich nach Auxerre versetzte, diesen fast ganz auf Hieronymus und Augustinus beruhenden Commentar einzeln im Jahre 1542 heraus, und sein Abdruck wurde in den Sammlungen der Väter öfter wiederholt. Mit jener Widmung findet sich die Schrift auch als eine besondere in einer aus Limoges stammenden Pariser Handschrift (2394 A), ohne die Widmung erscheint sie sodann öfter verbunden mit andern Paulinischen Briefen. Claudius huldigt auch hier, wie in seinen übrigen Werken, ausschliesslich der moralischen und allegorischen Auslegung des Bibeltextes, der Auslegung nach dem Geist, der von dem Buchstaben wie von seinem Fleisch umhüllt würde, und er preist diejenigen glücklich, die diese Hülle durchdringen.

Ein Jahr nach dem Commentar zu dem Galaterbriefe, also etwa 817, widmete er einen ähnlichen zu den Briefen an die Epheser und Philipper dem Kaiser selbst auf dessen Aufforderung. In der Vor-

---

[1] Diese durch Mabillon's Abdruck (s. Epist. IV, 593—596) bekannte Hs. weicht von den andern stärker ab, man könnte an eine andre Redaction des Verfassers denken.

[2] Auch erwähnt von Jak. Usher, Epistolar. Hibernic. sylloge p. 37.

rede dieses handschriftlich in Rom und Paris erhaltenen, aber noch ungedruckten Werkes, welche Mabillon allein herausgegeben hat, klagt er über die Lauheit seiner Zeit gegen die Studien und bezeichnet wiederum den heil. Augustinus als den, dem er bei dieser Aufgabe als seinem Vorbilde folgen wolle.

Hier aber trat nun eine Wendung in seinen Geschicken ein, indem der Kaiser ihn auf den erledigten Bischofsstuhl von Turin setzte, unter eine kirchlich verwahrloste, stark abergläubische Bevölkerung, welche er durch seine Predigt belehren sollte. Das Jahr ist nicht mit Sicherheit festzustellen, frühestens wohl 816, doch könnte es ebenso gut ein paar Jahre später gewesen sein.[1] Neben der praktischen Thätigkeit dieses Amtes, auf die wir hernach zurückkommen werden, sah sich Claudius durch den für einen Bischof unerlässlichen Reichsdienst stark in Anspruch genommen, die kostspieligen Fahrten zu Hofe, die im Winter sehr beschwerlich und zeitraubend waren und die Bewachung der Küsten oder der Marken gegen saracenische Raubzüge, bei denen jedoch keineswegs mit Ughelli[2] an die erst 60 Jahre später auftretenden Mauren von Garde-Freynet gedacht werden darf. So viel er vermochte, suchte er auch auf diesen Reisen neben dem Schwerte die Feder zu führen; dass er bei diesen seinen vorwiegend litterarischen Neigungen sich ungern zur Übernahme jenes Amtes entschlossen habe, dürfen wir ihm daher wohl glauben.

Allmählich, es bleibt ungewiss in welchen Jahren, vervollständigte er nun die Auslegung der Paulinischen Briefe, für welche er schon lange Material gesammelt hatte, indem er sie sämmtlich, mit Einschluss des Hebräerbriefes,[3] in der gleichen Weise erläuterte. Von allen diesen, in mehreren Handschriften, namentlich in Paris, Orléans, Montecassino und Rom vorhandenen Commentaren ist nur der zum Briefe an Philemon von Mai[4] als Beweis der Unselbständigkeit des Verfassers herausgegeben worden. Die Auslegung der Korintherbriefe und des Römerbriefes widmete Claudius einem Manne, der sich als seinen besonderen Schüler und Verehrer bekannte, Theodemir oder

---

[1] Wenn Simson (Ludw. der Fr. II, 246 Anm. 4) sagt: »wahrscheinlich bereits im Jahre 815«, so sehe ich dafür keinen zwingenden Grund und glaube, dass in diesem Falle die Neuerungen des Claudius schon eher Lärm erregt haben müssten.

[2] Ughelli Italia sacra ed. alt. IV, 1062: 'contra Saracenos e Fraxineto per Insubriam excurrentes'. Auf dieser irrigen Angabe beruhen »die häufigen Einfälle der Saracenen in seinem Sprengel« bei C. Schmidt (Herzog's Realencyklop. III, 243).

[3] Die Ansicht der Bibl. Casin. II, 24, dass dieser Commentar des Cl. unter den Werken Alchvin's abgedruckt sei, kann ich nicht theilen, da die von Frobenius abgedruckte Einsiedler Hs. aus dem 10. Jahrh. Alchvin's Namen an der Spitze trägt und der Biograph ihm ausdrücklich einen solchen Commentar zuschreibt.

[4] Ang. Mai Spicileg. t. IX, 109—117, wahrscheinlich aus der Hs. Christ. reg. 98 s. XIII. fol. 179, welche die Paulinischen Briefe enthält.

Theutmir, Abte von Psalmodi im Sprengel von Nîmes, eines damals so bedeutenden Stiftes, dass Theodemir sich rühmte, 140 Mönche unter seiner Zuchtruthe zu halten.

Neben dem neuen Testament, dessen übrige Schriften von ihm unberührt blieben, fuhr Claudius auch fort, das alte zu bearbeiten, da jener Theodemir, dem er, wie es scheint, im Jahre 813 die Genesis übersandt hatte,[1] den ganzen Pentateuch von ihm zu besitzen wünschte. So folgte 821 in vier Büchern der Commentar zum Exodus, der schon früh verloren gegangen zu sein scheint, und 823 der zum Leviticus, ungedruckt mit Ausnahme der Vor- und Schlussrede,[2] aber, obgleich Reuter ihn für verloren hielt, noch jetzt in einer bereits Mabillon bekannten Reimser Handschrift erhalten. Der Commentar zum Buche Numeri, über den wir gar nichts Näheres wissen, ist dagegen gleichfalls verloren, das Deuteronomion übergieng Claudius mit Absicht, um es vielleicht später nachzuholen.

Hiemit nicht zufrieden, trieb ihn Theodemir daneben auch noch zur Erläuterung der 4 Bücher der Könige an, über welche er ausser 30 schon von Beda aufgestellten und beantworteten Fragen noch 72 andre dem unermüdlich fleissigen Freunde vorlegte. Claudius erfüllte seine Wünsche und fügte aus freien Stücken das Buch Ruth noch hinzu. Da dies einige Jahre nach Abfassung der Erklärung des Exodus geschah,[3] so führt dies etwa auf 824. Aus diesem umfangreichen Werke, das in zwei alten Handschriften in Pistoja und Mantua (aus S. Benedetto di Polirone) erhalten ist,[4] gab zuerst 1752 der Abt Fr. Ant. Zaccaria nach der ersteren einige Proben und vollständig wurde es sodann nach derselben im Jahre 1755 durch Joh. Chrys. Trombelli veröffentlicht.[5] Diese Ausgabe blieb fast ganz unbeachtet, z. B. von Rudelbach und C. Schmidt, bis sie durch die Wiederholung bei Migne eine grössere Verbreitung erlangte. Das Buch Ruth ist ungedruckt, obgleich die jetzt in Mons befindliche Handschrift desselben schon 1621 erwähnt wird.

Schon vor völliger Vollendung des Commentars über die Bücher der Könige war zwischen Claudius und Theodemir ein Bruch eingetreten. Die letzten, gleichfalls noch ungedruckten, Commentare des ersteren zu den Büchern Josua und der Richter (erhalten in der

---

[1] Es ist fraglich, ob 813 oder 815, je nachdem man die Worte 'ante hos octo annos' (Epist. IV, 602) auf das Jahr 821 oder 823 bezieht.

[2] Die von Reuter (Gesch. der rel. Aufklär. I. 268) vergeblich gesuchten Entlehnungen aus Augustin habe ich nachgewiesen (Epist. IV, 603–604).

[3] S. Epist. IV, 602 n. 1.

[4] Eine dritte ist die Pariser 17380 (Navarre) fol. 70 aus dem 14. Jahrh.

[5] Nach einer für Mansi angefertigten Abschrift, die minder gut war, als der Druck bei Zaccaria, soweit er reicht.

Pariser Handschrift 2391) aus dem Jahre 825 oder 826 (Epist. IV, 609) sind daher Niemand gewidmet, sprechen aber in der Vorrede bittere Klagen über Trübsal und Bedrängniss in seiner Umgebung aus, die ihm das Leben zur Last machten. Der Grund zur Entzweiung mit Theodemir lag darin, dass dieser in dem Commentar zu den Korintherbriefen Irrlehren gefunden zu haben glaubte, die er als Angeber am Hofe vor dem Kaiser selbst zur Sprache zu bringen sich gedrungen fühlte. Es handelt sich hierbei wohl ohne Zweifel um Bestreitung der in der Kirche geltenden Pelagianischen Lehre von der Werkheiligkeit, welche Claudius vom Standpunkt des Paulus und Augustinus aus bekämpfte.

Diese Abweichungen der Lehre hängen mit dem bischöflichen Wirken des Claudius eng zusammen, welches ihn von vornherein in Kämpfe mit seiner Heerde verwickelt hatte. Im Gegensatz zu dem Siege, den nach langem Hader der Bilderdienst durch die Synode von Nicäa von 787 im griechischen Reiche davontrug, im Gegensatze auch zu dem im Wesentlichen damit einverstandenen römischen Stuhle, wies die fränkische Kirche unter Karl dem Grossen jede Anbetung der Bilder schroff zurück und gestand denselben nur, ohne sie völlig zu beseitigen, eine sehr beschränkte Geltung als Schmuck der Kirchen, sowie zur historischen Belehrung für den gemeinen Mann zu. Einzelne Häupter der fränkischen Kirche giengen aber in ihrer Verwerfung noch weiter, wie namentlich in einer eigenen Schrift Agobard von Lyon,[1] gleichfalls ein Spanier von Geburt, doch nur in theoretischer Weise, und vor Allen Claudius.

Da er gerade in Turin, ganz in Übereinstimmung mit dem römischen Stuhl, den Bilderdienst sehr stark entwickelt fand, die Kirchen, wie er sich ausdrückte, voller Schmutz der Weihgeschenke, so begann er, um jedem Missbrauch vorzubauen, gestützt auf den kaiserlichen Auftrag, überall aus den Gotteshäusern seines Sprengels sämmtliche Bilder zu entfernen, ohne Rücksicht auf die heftige Feindschaft, die er damit gegen sich heraufbeschwor, und auf die daraus entspringenden persönlichen Gefahren. Die letzteren deutet er mit den Worten an, dass, wenn sie gekonnt, sie ihn am liebsten lebend verschlungen hätten. Es ist wohl möglich, dass hier in Italien mehr als diesseits der Alpen die Verehrung der Bilder an den antiken Götzendienst erinnerte, womit Claudius sie verglich. Ob er auch die Kreuze geradezu beseitigt habe, wie es seiner principiellen Auffassung entsprochen hätte,

[1] Die zwischen ihm und Claudius wörtlich übereinstimmenden Stellen, auf welche Schmidt (S. 66) nur im Allgemeinen aufmerksam macht, habe ich nachgewiesen, Epist. IV, 610. 611, eine erwähnt auch schon Gieseler, Kirchengesch. II, 1, 106 Anm. 15.

lässt sich auf das Zeugniss seines Gegners Jonas doch nicht mit Bestimmtheit behaupten.[1]

Über sein Recht zu diesem Vorgehen äussert sich Claudius in dem Commentar zu den Büchern der Könige,[2] indem er, ebenso wie Agobard, den jüdischen König Hiskia als sein Vorbild hinstellt, der die von Moses selbst errichtete eherne Schlange zerstiess, denn es sei Pflicht der Nachlebenden, die einst berechtigten Werke der Vorfahren umzustürzen, wenn diese nachmals zu Irrthum und Aberglauben Anlass gäben. Dieses geschichtliche Beispiel, aber ebenso wie seine Nutzanwendung, verdankt er Augustinus! Den Götzendienst sieht er nur als eine Entartung der alten Sitte an, von tapfern und verdienten Männern Bilder zu ehrendem Gedächtniss aufzustellen.

Entweder die Nachrichten über das schroffe Auftreten des Claudius in seinem Bisthum oder auch die am Hofe gerügten Äusserungen in den Commentaren zu den Paulinischen Briefen bewogen Theodemir, ein (uns nicht erhaltenes) Abmachungsschreiben an ihn zu richten, das in das Jahr 823 bis 824 fallen muss, nämlich noch unter die Regierung des Papstes Paschalis. Er beschuldigte ihn darin, dass er in Italien, wie man schon durch das ganze Frankenreich vernommen habe, eine Secte von Irrgläubigen stiften wolle und berief sich u. A. auch auf die Missbilligung des Papstes, die für die damalige Zeit freilich von geringer Bedeutung war.

Die Antwort des Claudius war eine umfangreiche, in Form eines Briefes an Theodemir gefasste Schrift, die alle seine Vorwürfe mit Schärfe, zum Theil mit Spott und Derbheit zurückwies. Dies Werk gelangte an den Hof Ludwig's des Frommen, um von den dortigen Theologen geprüft zu werden. Zu diesem Zweck liess aber der Kaiser auch, wir wissen nicht von wem, einen Auszug von wenigen Blättern daraus anfertigen, während der Umfang des ursprünglichen Werkes etwa auf das Anderthalbfache des Psalteriums geschätzt wird. Die Vermuthung Amelung's,[3] dass Claudius selbst der Verfasser dieses Auszuges gewesen sei, hat geringe Wahrscheinlichkeit. In diesem, der allein auf die Nachwelt gekommen ist, scheinen indessen seine

---

[1] Jonas (a. a. O. p. 168) sagt: 'non solum picturas sanctarum rerum gestarum .., verum etiam cruces materiales .. a cunctis parochiae suae basilicis dicitur delevisse, evertisse et penitus abdicasse'.

[2] ed. Trombelli p. 176, vergl. dazu Agobard. de cultu imag. c. 23 (Opp. ed. Baluze I, 253), der sich stützt auf Augustin. de cons. evangel. l. I c. 10 §16 und De civit. l. X c. 8 (Opp. III, 2, 8; VII, 245). Auch Walahfrid a. a. O. führt dies Beispiel an.

[3] Leben und Schriften des B. Jonas S. 29. Durchaus dagegen spricht die Bemerkung am Schluss des Auszugs über den grossen Umfang des ausgezogenen Werkes, die doch von dem Excerptor herzurühren scheint. Auch kann ich den »verhältnissmässig milden Ton«, den A. anerkennt, darin nicht finden.

spitzigen Worte und eigenthümlichen Gedanken getreu wiedergegeben, aber fast sämmtliche Belegstellen aus den Vätern weggelassen zu sein, womit er unzweifelhaft, ähnlich wie Agobard in der der seinigen verwandten Schrift über den Bilderdienst,[1] seine Auffassung unterstützt hatte.

Aus dieser merkwürdigen Schrift an Theodemir ersehen wir, dass Claudius bei seiner Feindschaft gegen die mit den Bildern getriebene Abgötterei, die er zunächst mit der fränkischen Kirche getheilt hatte, in der That in wesentlichen Stücken über die Grenze der damaligen Kirchenlehre oder wenigstens Kirchenpraxis hinausgegangen war. Er verwarf nicht nur, wie auch Agobard, alle Bilder Gottes und der Heiligen ohne Ausnahme,[2] sondern auch alle Symbole, wie namentlich das Kreuz, obgleich die Pariser Synode von 825 auf das bestimmteste die Verehrung des Kreuzes von der der Bilder geschieden und dieselbe vollständig aufrecht erhalten hatte.[3] Claudius aber fand darin nur ein Zeichen von dem Tode Christi, an welchen auch die Ungläubigen glaubten, die doch von seiner Auferstehung nichts wissen wollten. Es verdiene deshalb nicht mehr Verehrung als andre Gegenstände, mit denen Christus in Berührung gekommen sei. Das Kreuz Christi sollen wir auf uns nehmen und tragen, aber nicht äusserlich anbeten.

Nicht minder bekämpfte er die Verehrung der Reliquien, blosser Leichen, die nichts Besseres als Stein oder Holz seien, da man vielmehr die Heiligen lieber bei Lebzeiten ehren und ihren tugendhaften Wandel nachahmen solle. Alle Fürsprache der Heiligen im Himmel erklärte er für nutzlos, denn am jüngsten Gericht müsse jeder für sich selbst einstehen und seine Hoffnung dürfe er nur auf den Herrn allein setzen. Niemals solle man den Schöpfer über dem Geschöpf vergessen. Danach klingt es sehr glaublich, dass Claudius, wie Dungal berichtet,[4] die Namen der Heiligen aus Litaneien und Kirchengebeten gestrichen und jeglichen Dienst an den Reliquien verboten habe. Hiemit ganz in Übereinstimmung spricht Claudius den

---

[1] Diese Schrift, deren Abfassungszeit wir nicht kennen, ist doch vermuthlich jünger als die des Cl., und ihre Ähnlichkeit erklärt sich daher aus Benutzung der letzteren, wie schon C. Schmidt annahm.

[2] Gegen den Bilderdienst spricht Cl. auch in dem Commentar über die Bücher der Könige, ed. Trombelli p. 176.

[3] S. c. 13. 14, Mansi Conc. Coll. XIV, 442—446.

[4] A. a. O. p. 223: 'In letaniis enim et in caeteris ecclesiae officiis nullum sanctorum vult memorare aut nominare vel eorum anniversaria celebrare festa, sed .. omnia praetermittit. Ne quasi per eorum intercessionem aliquid a Deo postulare videatur . . ., illorum reliquias ossibus pecorum aridisque lignis ac lapidibus comparando lampades cereosque in ecclesia per diem lucere, oculosque orando ad terram inclinare prohibet.'

Wallfahrten nach Rom (die schon Theodulf angezweifelt hatte[1]) jeden wirklichen Nutzen ab. Von den Nachfolgern der Apostel verlangt er apostolischen Geist, da sie sonst den Pharisäern und Schriftgelehrten gleichkämen, vor denen Christus warnt. Er beschränkt daher die Vollmacht Petri und scheint den Heidenapostel Paulus ihm gleichzustellen.[2] Bei der Auslegung der Paulinischen Briefe, namentlich des Römerbriefes, will er die verabscheuenswerthe Lehre des Pelagius zurückweisen und die auf ihr beruhende Werkheiligkeit, mit welcher sich die Mönche brüsteten, denn nur durch die göttliche Gnade vermag der Mensch das Gesetz zu erfüllen.

Die reformatorischen Anklänge oder Ansätze sind hier wohl unverkennbar, aber Claudius war kein speculativer Geist, kein Dogmatiker, und er brachte daher seine Ansichten nicht in ein zusammenhängendes System, er glaubte nur praktisch einzelnen Auswüchsen gegenüber auf die älteste Kirchenlehre zurück zu greifen. Bemerkenswerth ist es aber, dass er hiebei, gerade so wie einige Jahrzehnte später der Mönch Gotschalk von Fulda, vorzugsweise durch den heil. Augustinus angeregt wurde,[3] von dem alle seine Schriften erfüllt sind, und eben deshalb bekannte er sich als entschiedenen Gegner des Pelagius. Dungal, dem sich später Jonas darin anschliesst, wirft ihm eine übertriebene und mit Mangel an Verständniss gepaarte Verehrung jenes Kirchenvaters vor,[4] während er alle übrigen, selbst Hieronymus, mit schmähenden Worten herabgesetzt habe. Dies wie andres lässt sich aus seinen uns bekannten Werken, in denen auch die andern Väter häufig genug vorkommen, nicht erhärten und scheint mehr auf mündliche Äusserungen zurück zu gehen, die sich unsrer Beurtheilung entziehen.

Im Dunkel liegen für uns die Schicksale des Claudius nach diesen Angriffen: wenn er selbst, wie berichtet wird, sich geweigert haben soll, vor einer Synode zu erscheinen, die er eine Versammlung von Eseln genannt habe, so wissen wir nicht, welche Synode damit gemeint sei, vielleicht die Pariser von 825. Jedenfalls erfolgte keine Verurtheilung[5]

---

[1] S. das Gedicht Poet. Carol. I, 557, angef. von Ebert, Gesch. der Liter. des M. A. II, 223.

[2] Neander a. a. O. II, 239 A. 4, C. Schmidt a. a. O. S. 58; Rudelbach S. 30 flg.

[3] Vergl. hierzu auch den erschütternden Eindruck, den Augustin. de lib. arb. auf den berühmten Lehrer Odo von Orléans und Tournai machte: Herimanni lib. de restaur. S. Mart. Tornac. c. 4 (S. XIV, 276).

[4] S. Rudelbach a. a. O. S. 29 und die von mir zuerst vollständig herausgegebene Vorrede zum Römerbriefe (Epist. IV, 599), die sich auch in der von mir dort übersehenen Cassineser Hs. XLVIII findet; Dungali responsa (Bibl. patr. Lugd. XIV, 204): 'De antiquis autem sanctae magistris ecclesiae alios quos vult iudiciario adsumpto gestamine laudat et recipit, alios blasphemat et vituperat' u. s. w.

[5] Es ist ein Missverständniss von Schmidt (Illgen's Zs. S. 62), wenn er Jonas sagen lässt, das sschon Karl der G. die Irrthümer des Cl. verdammt habe: 'sicut pater

und die Streitfragen wurden nur auf den Weg wissenschaftlicher Polemik gewiesen, vielleicht weil der Kaiser ihm doch einen Theil seines früheren Wohlwollens bewahrt hatte.

Die erste der Gegenschriften, von dem Iren Dungal, schwerlich aus eigenem Antrieb, verfasst, fällt wahrscheinlich noch in das Jahr 827.[1] In demselben hat man gewöhnlich einen in dem Kloster St. Denis lebenden Gelehrten dieses Namens wiedererkennen wollen, der etwa 40 Jahre zuvor in's Frankenreich gekommen war und sich durch einige Gedichte und Briefe verewigt hat.[2] Ein zweiter Dungal, den manche mit dem ersten zusammenwerfen, wird dagegen im Jahre 825 unter Kaiser Lothar als Lehrer an der Schule von Pavia erwähnt.[3] Wenn der unsrige nun davon spricht, dass er von dem Augenblick an, da er in dies Land gekommen, Ursache zur Klage und zum Streit gefunden habe, jetzt aber erst durch die Schrift des Claudius sich zu äussern veranlasst worden sei, so kann dabei nicht an eine weit zurückliegende Ankunft im Frankenreiche gedacht werden, sondern nur an eine neuerliche Niederlassung in Italien. Ich nehme daher mit Ebert[4] und andern Vorgängern an, dass der Lehrer in Pavia gegen Claudius geschrieben hat und halte es nicht für unmöglich, dass auch dieser mit dem älteren Dungal eine Person war.

Dungal, wer er auch war, steht hinsichtlich des Bilderdienstes auf dem gemässigten Standpunkt, den das fränkische Reich seit Karl dem Grossen in dieser Sache einhielt, und sucht durch zahlreiche Beispiele, namentlich aus den christlichen Dichtern, wie Prudentius, Paulinus von Nola, Sedulius, Fortunatus, die stete Fortdauer der Verehrung der Bilder und zumal des Kreuzes, sowie die wunderbare Wirkung der Reliquien zu erweisen.[5] Es erscheint ihm als eine strafbare Vermessenheit, wenn ein Einzelner an Einrichtungen rütteln wolle, die in der christlichen Kirche über 820 Jahre bestanden hätten.[6]

---

illius magistri eiusdem Claudii . . damnavit errorem' u. s. w. heisst: wie schon Karl den Irrthum des Lehrers des Cl., d. h. des Felix, verdammte, so Ludwig, sein Sohn, den des Claudius.

[1] Schon die Hist. liter. IV, 495 nahm wegen der Erwähnung der Pariser Synode an, dass Dungal 827 où 828 tout au plus tard schrieb.

[2] S. namentlich L. Traube O Roma nobilis, Abhandl. der bayer. Akad. der Wissensch. I. Cl. XIX, 333.

[3] Capitul. reg. Francor. ed. Boretius I, 327 c. 6.

[4] Gesch. der Liter. des Mittelalters II, 224 Anm. 4.

[5] Vergl. Ameluno, Leben und Schriften des Bischofs Jonas S. 27, Manitius in den Sitzungsber. der Wiener Akad. von 1890 B. 127, XII S. 2. 19.

[6] Bibl. patr. Lugdun. XIV, 199: 'Qualis autem et quanta est insana elatio . ., ut quod a primaevo tempore christianitatis per annos ferme DCCCXX aut eo amplius a sanctis . . patribus . . iussum est, unus homo blasphemare, reprehendere, conculcare, proicere ac sufflare praesumat.'

An persönlichen Ausfällen und Grobheiten, wie die theologische Polemik sie zu allen Zeiten geliebt hat, fehlt es keineswegs. So führt er z. B. des Claudius' Geringschätzung der Romfahrten auf Brotneid zurück, weil dieselben für die römische Kirche sehr einträglich seien,[1] denn, wenn die Turiner Kirche Heilige von solcher Anziehungskraft besässe, wie die römische, so würde er sicher die Wallfahrten lebhaft empfehlen. Er deutet an, dass Claudius durch Verspottung des Kreuzes sich die vollste Zuneigung der Juden erworben habe, die ihn den weisesten unter den Christen hiessen, und dass er diese Liebe auch erwiedere, und nicht minder die Saracenen als seine Freunde priese.[2] Indem er ihm einerseits seine ungebildete und ungrammatische Ausdrucksweise wiederholt vorhält, beschuldigt er ihn andrerseits der litterarischen Eitelkeit, weil er seinen Namen überall an die Spitze von Büchern setzte, die doch ganz und gar das geistige Eigenthum andrer seien. Nur von diesen seinen Büchern dulde er, dass sie in Turin gelesen würden.[3] Ausdrücklich will Dungal sich mit seiner Widerlegung auf die ihm vorliegende Schrift beschränken, andre arge Frevel, die er bloss mündlich von zuverlässiger Seite vernommen habe, dagegen mit Schweigen übergehen.

Claudius, der zum letzten Mal als Zeuge einer Schenkung an seine Kirche im Mai 827 erwähnt wird,[4] soll nach dem Zeugniss des jüngeren Zeitgenossen Walahfrid[5] die gegen ihn gerichteten Schriften, also auch die Dungal's, nicht mehr erlebt haben, sondern nur durch sein eigenes Gewissen gerichtet, d. h. unwiderlegt und unbestraft, gestorben sein. Jedenfalls lässt sich sein Nachfolger Witgar bereits im Jahre 832 nachweisen.[6] Wenn wir erwägen, dass er den Beginn des durch seinen ehemaligen Freund und Verehrer Theodemir entfachten Streites nur um wenige (vielleicht kaum um drei) Jahre überlebte, so werden wir es minder merkwürdig finden, dass er, zumal bei der früheren Gunst des Kaisers, frei ausgieng, als es diejenigen finden mussten, die seinen Tod fälschlich erst in das Jahr 839 setzten.[7]

---

[1] Dungal (a. a. O. p. 211): 'invidiae ut arbitror et cupiditatis stimulis agitatus hoc facit, quod votiva illuc plurima confluunt donaria.'

[2] Ebd. 223: 'Ipso nihilominus vicissim eos et maxime suos affines Sarracenos nimiis hyperbolicisque efferente praeconiis.'

[3] Ebd. 204: 'neque praeter illos alios permittit libros in sua legi civitate, auctoritatem sui nominis frontibus inscribens singulorum.'

[4] Mon. hist. patr. Chartar. I, 34—35, angef. von Simson Ludw. d. Fr. II, 246 A. 4.

[5] De exord. et increm. rer. eccles. c. 8 (Capitul. reg. Franc. II, 483). Schmidt (S. 66) hat diese Worte missverstanden.

[6] Tardif Monuments p. 86. Meyranesi (Mon. hist. patr. SS. IV, 1270) hat ganz ohne Grund bezweifelt, dass dieser Witgar, der sich wie Claudius 'peccator' nennt, nach Turin gehöre.

[7] So nach Ughelli, der sich auf die angebliche Urkunde eines Herigarius aus

Neben der Schrift Dungal's hat sich eine zweite, viel ausführlichere Widerlegung seiner Irrlehren durch den Bischof Jonas von Orléans, einen der besten Stilisten dieser Zeit, in drei Büchern erhalten. Auf die Anregung Ludwig's des Frommen entstanden und unter seiner Regierung verfasst, war sie mit seinem Willen nach dem frühen Tode des Claudius zunächst liegen geblieben. Dass sie dann später doch noch vollendet und König Karl dem Kahlen (zwischen 840 und 843) gewidmet wurde, nachdem sie auch dem gelehrten Abte Lupus von Ferrières zur Billigung vorgelegt worden,[1] hatte seinen Grund in dem Fortbestehen von Anhängern des Claudius in dem Turiner Sprengel, welche Jonas belehren wollte. Spätere Spuren einer Sekte sind daselbst aber nicht mehr nachweisbar.

Das Werk seines Vorgängers Dungal hat Jonas ohne Zweifel gekannt, doch nennt er es weder, noch benutzt er es ausdrücklich, die Übereinstimmung beider erklärt sich aus der Gleichheit ihrer Auffassung und aus der Verwendung zum Theil derselben Zeugnisse.[2] Auch darin stimmen beide zusammen, dass sie nur den vom Kaiser veranlassten Auszug aus der viel umfangreicheren Schrift des Claudius kennen und zum Ausgangspunkt ihrer Widerlegung nehmen. Jonas spricht sogar den Wunsch aus, jene kennen zu lernen, damit sie sodann sorgsam geprüft, widerlegt und den Flammen übergeben werden könne. Sicherlich ist dies Werk frühzeitig vernichtet worden.[3] Die beiden Gegner des Claudius berücksichtigen seine Bibelcommentare gar nicht, ausser durch die Bemerkung, dass dieselben aus den Schriften der Väter zusammengestohlen seien. Entweder hielten sie sich also streng an ihre ihnen gestellte Aufgabe oder sie fanden in jenen Commentaren keinen rechten Grund für ihre Polemik: ohne Zweifel wäre es auch schwer gewesen, die einzelnen und zerstreuten Äusserungen des Claudius aus dem überwiegend fremden Quellenstoff heraus zu schälen.[4]

Jonas, einer der angesehensten Bischöfe des Reiches, der auch an der Pariser Synode über die Bilderfrage einen hervorragenden Antheil genommen hatte, behauptet denselben vermittelnden Standpunkt wie Dungal und bekämpft demnach in Claudius die schärfere Conse-

diesem Jahre stützte. Nach dem Chron. Novalic. IV c. 21 scheint dieselbe in spätere Zeit zu fallen.

[1] Lettres de Servat Loup. ed. Desdevises du Dezert p. 88. Das Werk selbst wird nicht näher bezeichnet.

[2] So mit Recht AMELUNG S. 29.

[3] Die entgegenstehende Meinung GIESELER's (Lehrbuch der Kirchengesch. II, 1, 101), dem auch C. SCHMIDT folgt (HERZOG's Realencyklop. 2. Ausg. III, 244) ist durchaus irrig, denn die von Peyron (Ciceronis oration. fragm. app. p. 167) als acephalus bezeichnete Mailänder Hs. enthielt vor Dungal auch nur den Auszug.

[4] Auf solche Äusserungen weist tadelnd Jonas hin p. 171. 185, s. RUDELBACH p. 22.

quenz. Eben deshalb hat auch er sich den Beifall späterer Romanisten, wie z. B. des Cardinals Baronius, keineswegs verdient[1] und erscheint ihnen ebenfalls wie ein halber Ketzer. Das Übergewicht an klassischer Bildung und Gewandtheit des Ausdrucks, welches Jonas voraus hatte, sucht er nur allzusehr geltend zu machen, seine Witzeleien aber sind nicht immer zu loben, so z. B., wenn er (p. 169) den Namen Claudius als den Hinkenden d. h. Wankenden mit Beziehung auf eine Psalmenstelle (18, 46) erklärt[2] und daran weitere Nutzanwendungen knüpft, oder wenn er ihn (p. 181) nach Vergil und Ovid mit dem trunkenen, auf dem Esel schwankenden Silen vergleicht.[3] Er scheut sich auch nicht vor blossen Verdächtigungen, denn dahin müssen wir es doch rechnen, dass er aus der angeblichen Verbindung des Claudius mit Felix auf arianische oder adoptianische Irrlehren schliesst und die Behauptung aufstellt, Claudius habe in einem Schranke an seinem Bischofssitze ketzerische Bücher dieser Art verborgen gehalten.[4] Auch auf seine Anhänger, die Jonas den Anlass zur Vollendung seines Werkes gaben, wird der Vorwurf des Arianismus erstreckt.

Begründeter erscheint uns die Anklage der litterarischen Unselbstständigkeit, die zwar Claudius von vornherein ebenfalls zugibt[5] und die er mit den meisten Bibelerklärern jener Zeit theilte, allein es liess sich nicht leugnen, dass er von der anfänglich geübten Gewohnheit, seine Quellen am Rande anzugeben, später mit Bewusstsein abgewichen war, weil, wie er sagte, nicht einmal Beda, hierin sein Vorbild, dies Verfahren überall beobachtet habe und weil ihm bisweilen unklar geworden sei, aus welcher Quelle er schöpfe.[6] Jedenfalls sind mitunter — und dies tadelt Jonas besonders — Stellen der Kirchenväter mit einzelnen Änderungen in ganz ununterscheidbarer Weise in seine eigenen Äusserungen verwoben,[7] doch lag ihm die Absicht der Täuschung hiebei durchaus fern.

---

[1] S. Amelung a. a. O. S. 38.

[2] Darauf bezieht sich auch noch Walahfrid a. a. O.: 'nominis sui similitudine nutabundus'.

[3] Nach Ov. de art. am. I, 543, Verg. Ecl. VI, 13 flg.

[4] In der Vorrede: 'de qua (sc. Ariana heresi) fertur quaedam monumenta librorum congessisse, et ad simplicitatem et puritatem fidei catholicae et apostolicae oppugnandum in armario episcopii sui clandestina calliditate reliquisse' und weiterhin: 'in morte quoque in nefandis codicibus suis eundem errorem a se scriptum relinquendo'.

[5] In dem Commentar zu den Büchern der Könige (p. 178) hebt er einmal ausdrücklich hervor: 'Haec non alicubi legi nec ab alio didici, sed, ut mihi visum est, taliter dixi: si quid tamen tu melius de hoc invenire potueris, bene eris, si nos feceris nosse'.

[6] S. Epist. IV, 603.

[7] Die von ihm gerügten Stellen Epist. IV, 611. 612, s. auch p. 603. 604.

Der eigentliche Kern der Gegenschrift des Jonas besteht natürlich in der Vertheidigung der Bilder, des Kreuzes, der Reliquien und der Wallfahrten, für deren Geltung er durchweg die vielfach bezeugte kirchliche Überlieferung der alten Zeit nachweist. Claudius als Bilderstürmer u. s. w. vergleicht er deshalb ebenso wie es Dungal thut mit den alten Ketzern Eunomius, Eustathius und Vigilantius, den schon Hieronymus bekämpft hatte.

In dem dritten Buche, das von den Romfahrten handelt, wird auch der damals bereits verstorbene Abt Theodemir gegen die Angriffe des Claudius in Schutz genommen. Dieser hatte nämlich die spöttische Frage an ihn gerichtet, weshalb er, wenn eine Wallfahrt nach Rom die wirksamste Form der Busse sei, seine Mönche nicht sämmtlich die Reise dahin antreten lasse, statt sie im Kloster zurückzuhalten. Jonas legt die Abwehr dieses Vorwurfs Theodemir selbst in den Mund und man hat darin in der Regel, wie zuletzt noch AMELUNG,[1] wörtliche Anführungen aus einer verlorenen Schrift desselben finden wollen, die man sich etwa als ein blosses Rechtfertigungsschreiben über diesen einen Punkt denken könnte. Völlig zweifellos erscheint diese Annahme nicht, da wir sonst von einer solchen Schrift nichts hören und Jonas die Form einer ganz persönlichen Auseinandersetzung auch dem nicht mehr unter den Lebenden weilenden Claudius gegenüber streng durchführt.[2]

Stephan Baluze[3] meldet, dass er im Jahre 1687 — er sagt leider nicht wo — eine Prachthandschrift mit den Schriften Dungal's und des Jonas und dem vorangehenden Schreiben des Claudius an Theodemir gesehen habe, dieselbe seiner Meinung nach, die dem Könige Karl dem Kahlen überreicht worden sei. Wenn gleich diese Handschrift verschollen und zu Grunde gegangen ist, so darf man doch daraus die wichtige Thatsache folgern, dass zwischen jenen beiden dort zusammengefassten Schriften allerdings ein innerer Zusammenhang bestanden habe.

War Claudius in den letzten Jahren seines Lebens auch sehr lebhaft verketzert worden, so hatte ihn doch keine Verurtheilung getroffen, und so wurden auch nach seinem Tode seine Bibelcommentare als fleissige und brauchbare Zusammenstellungen aus den Vätern vielfach im westfränkischen Reiche wie in Italien abgeschrieben und ohne Bedenken benutzt. So liess für das Kloster Bobbio Bischof Teudulf

---

[1] A. a. O. S. 36 A. 3: 'his de apologia Theodemiri explicata verbis' heisst es am Schluss der darauf bezüglichen Stelle.

[2] Die Anrede »in der zweiten Person« scheint mir nicht mit SCHMIDT (S. 65) ein Beweis dafür, dass Claudius zur Zeit der Abfassung noch am Leben war.

[3] Servati Lupi opp. ed. Baluz. (Antverp. 1710) p. 355, schon von FABRICIUS hervorgehoben (Bibl. lat. med. et inf. aet. IV, 511). Ich kenne von dem Werke des Jonas überhaupt keine Handschrift.

von Tortona im Jahre 862 den Commentar zu den Korintherbriefen abschreiben und den zu andern Paulinischen Briefen Abt Theobald von Montecassino (1022–1035).[1] Es scheint, dass sogar der berühmte Raban von Fulda, der in ganz ähnlicher Weise mosaikartig arbeitete, sie herangezogen hat, doch bedarf diese Annahme noch einer näheren Prüfung,[2] zumal da Raban's Freund und Schüler Walahfrid sich in einem eigenen Capitel seiner Schrift über die kirchlichen Gebräuche gleichfalls den Kämpfern gegen Claudius anschloss.

Claudius' Name und seine Schicksale geriethen allmählich in Vergessenheit. Die Litterarhistoriker des späteren Mittelalters, Sigebert von Gembloux und seine Nachfolger, kannten ihn gar nicht, erst von Trithemius, der Schriften von ihm gesehen hatte, wird er wieder genannt, aber in irreführender Weise als Schotte und Schüler Beda's bezeichnet,[3] der 100 Jahre vor ihm gelebt hatte. Diesen Irrthum, dem Usher[4] u. A. gefolgt sind, widerlegte bereits Casimir Oudin.[5] Mathias Flacius brachte Claudius sowohl in dem Catalog. testium veritatis, wie in der Kirchengeschichte, zuerst wieder zu Ehren, doch kannte er, indem er die übrigen Schriften für verloren hielt,[6] nur jenen von Kaiser Ludwig veranlassten Auszug aus seiner polemischen Schrift und auch diesen nur aus den wörtlichen Anführungen bei Jonas. Allmählich wurde dann einiges Andre von Claudius gedruckt, doch blieb bis heute der grössere Theil seiner Werke unbeachtet, obgleich er in der Kirchengeschichte den ehrenvollen Platz behauptete, den Flacius ihm angewiesen hatte. Migne gab nur eine Zusammenstellung der gedruckten Schriften. Eine dürftige chronologische Schrift über die sechs Weltalter bis 814 als Chronik des Claudius bezeichnet, die er nach Labbe wiederholt, scheint einem jüngeren Träger dieses Namens anzugehören, weil sie in einer zweiten Ausgabe bis 854 reicht.[7]

---

[1] Leonis Chron. monast. Casin. II, c. 53 (SS. VII, 662); Bibl. Casin. I app. p. LXII; II, 24–26, wo die als XLVIII bezeichnete Hs., die schon Montfaucon Bibl. bibliothecar. I, 221 erwähnt, beschrieben wird.

[2] So nahm Val. Rose an (Verzeichniss der Meermanhss. S. 96) und vor ihm schon Trombelli, indem er Raban für eine Quelle des Claudius in dem Commentar zu den vier Büchern der Könige hielt, aber es wäre nur das umgekehrte Verhältniss denkbar und seine Quellennachweise sind durchaus nicht erschöpfend. So übersieht er z. B. in der letzten (40.) Beantwortung der Fragen als Quelle Isid. Etym. IX, 3, 36. 37 und in der 12. Is. Et. XVIII, 42, 2; vergl. auch Epist. IV, 586 n. 4.

[3] S. Trithemii opp. histor., Francofurti 1601 p. 251. Die Angaben über die Schriften sind sehr ungenau.

[4] Epistolar. Hibernicar. sylloge p. 37. 38.

[5] De SS. ecclesiast. II, 27 flg.

[6] S. Epist. IV, 588 n. 2.

[7] Labbe Bibl. nova I, 309–315, Migne Patrol. CIV, 917–926. Hss.: Paris 5001 saec. XI, Monza s. XI (Arch. XII, 621), Madrid Ec 40 s. XI (Arch. VIII, 781, N. Arch. VI, 302).

Claudius von Turin bleibt unter allen Umständen eine beachtenswerthe Erscheinung, wenn er auch nicht zu vollem Bewusstsein des Gegensatzes seiner Paulinisch-Augustinischen Gottesanschauung zu der schon längst herrschenden kirchlichen Auffassung hindurchgedrungen ist. Der gegen ihn entbrannte Kampf jedenfalls bezog sich nicht auf die grundlegenden Lehren, sondern galt mehr nur den darauf beruhenden äusseren Formen der Verehrung, Für den freieren, aufgeklärten und vielseitigeren Geist des neunten Jahrhunderts, zum Unterschiede von den Zeiten hierarchischer Machthöhe und Verdunkelung, sind Männer wie Claudius und Gotschalk bezeichnend und der Umstand, dass es ihnen keineswegs an Anhang fehlte. Eine tiefergehende Nachwirkung aber haben diese reformatorischen Bestrebungen damals nicht gehabt, da ihre Zeit noch nicht gekommen war, so wenig wie etwa die Entdeckung Americas sie im 11. Jahrhundert hatte.

Es würde sich lohnen, nicht zwar die Schriften des Claudius in vollem Umfange herauszugeben, wohl aber vom theologischen Standpunkte aus sie nach eigenthümlichen Zeugnissen seines Geistes zu durchforschen, die sich vereinzelt und zerstreut doch immerhin zwischen der Mosaik aus den Kirchenvätern bei ihm vorfinden.[1]

[1] Proben dieser Art hat Rudelbach a. a. O. gegeben. Eine Ausgabe der ungedruckten Commentare zu den Paulin. Briefen wird in Montecassino für das Spicilegium Casinense in Aussicht gestellt, s. Biblioth. Casinens. II, 24.

Ausgegeben am 9. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

9. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers i. V.

1. Hr. Auwers machte Mittheilung von den Ergebnissen einer Untersuchung der Bradley'schen Sectorbeobachtungen hinsichtlich der Wahrnehmbarkeit von Polhöhenschwankungen in denselben.

Der Vortragende hat über seine zur Beschaffung von Grundlagen für die Reduction der Bradley'schen Declinationen 1868-9 ausgeführte Bearbeitung der Beobachtungen Bradley's am Zenithsector in Wanstead 1727–1729 und in Greenwich 1749–1758, sowie der Maskelyne'schen Reihen aus den Jahren 1768-9, 1776-7 und 1785-6 der Akademie bereits in zwei Vorträgen am 7. Dec. 1868 und am 19. Oct. 1871 berichtet. Bei letzterm Anlass hat derselbe u. a. auf die eine Amplitude von etwa 1" umfassenden Unterschiede aufmerksam gemacht, welche sich zwischen den für die Epochen 1752, 1769, 1777 und 1786 gefundenen Zenithdistanzen ergaben, Unterschiede, welche über die den Beobachtungen zuzuschreibenden Fehler jedenfalls, und anscheinend auch über etwa dem Instrument zuzuschreibende Änderungen hinausgiengen, unter solchen Umständen damals aber nur als nicht erklärlich bezeichnet werden konnten, indem für Schwankungen der Polhöhe, welche man verschiedentlich an Hand der Euler'schen Theorie in einigen der genauesten neueren Beobachtungsreihen aufgesucht hatte, sich immer nur ganz kleine, etwa

den vierten Theil jener Amplitude erreichende und nicht einmal in irgend einem Fall überhaupt ausser Zweifel gestellte Beträge ergeben hatten.

Seitdem ist zum ersten Mal durch die Küstner'sche Beobachtungsreihe in Berlin 1884-5 zur Bestimmung der Aberrationsconstante eine Polhöhenänderung unzweifelhaft nachgewiesen und ein mit der oben bezeichneten Amplitude vergleichbarer Betrag derselben festgestellt worden; die dadurch veranlassten vielfachen Untersuchungen haben dann eine Veränderlichkeit der Lage der Rotationsaxe im Erdkörper erwiesen, welche Schwankungen der Polhöhen, und zwar mit einer erheblich, zwischen einem oder dem andern 0."1 und einer ganzen Secunde, veränderlichen Amplitude verursacht.

Hr. Chandler, welcher sich besonders eingehend mit der Discussion der neuerdings angestellten bezüglichen Beobachtungsreihen beschäftigt, und weiter das grosse Verdienst erworben hat diese Discussion auch auf alle älteren einen Erfolg in Aussicht stellenden Beobachtungsreihen auszudehnen, hat dabei die Bemerkung gemacht, dass die neuerdings beobachtete Bewegung des Pols beiläufig in einer 14-monatlichen Periode vor sich gegangen ist, und Hr. Newcomb hat dann angegeben, dass die Abweichung dieser Periode von der so lange vergeblich in den Beobachtungen gesuchten theoretischen Euler'schen Periode von nur 10 Monaten aus der Elasticität des Erdkörpers erklärt werden könne. Im weitern Verlauf seiner Untersuchungen hat Hr. Chandler aber noch eine Veränderlichkeit der Periode sowie eine damit verknüpfte Veränderlichkeit der Amplitude bestimmen zu können geglaubt, und als ein sicheres Resultat einer Untersuchung der Bradley'schen Sectorbeobachtungen in Wanstead verkündet, dass die Periode um das Jahr 1729 herum nur eine Länge von sehr nahe einem Jahr, zugleich aber die Amplitude einen Maximalwerth von etwa 1" gehabt habe. Auch die Molyneux'schen Beobachtungen am Zenithfernrohr in Kew 1726-7 sollen diess erweisen.

Als Hr. Chandler diese Behauptungen Ende 1891 aufstellte[1], mussten dieselben bei dem Vortragenden eine starke Verwunderung darüber erregen, dass ihm bei seiner 1868-9 ausgeführten Bearbeitung derselben Beobachtungen diese Periodicität in den Zenithdistanzen entgangen wäre, und nicht minder musste ihn die emphatische Darstellung Wunder nehmen, welche Hr. Chandler bei jenem Anlass von unübertroffener Vollendung und uneingeschränkter Beweiskraft der Bradley'schen Sectorbeobachtungen gegeben hat, da er selbst bei jener, sehr viel weiter ausgedehnten, Bearbeitung den Sector, und zwar sowohl in seiner ursprünglichen Verfassung und Aufstellung, als nach allen nachher von Bradley und Maskelyne sowie noch später daran vorgenommenen Ände-

---

[1] Gould's Astron. Journal. Nr. 251.

rungen, als ein nach heutigen Begriffen recht bedenkliches Instrument erkannt zu haben glaubte.

Der Vortragende ist jedoch erst vor Jahresfrist, als er endlich dazu gelangte die Herausgabe des noch rückständigen Bandes seiner neuen Bearbeitung der Bradley'schen Beobachtungen durch Überarbeitung und Vervollständigung der vor 25 Jahren redigirten einzelnen Abschnitte desselben vorzubereiten, in die Lage gekommen, die durch die Chandler'schen Angaben wünschenswerth gewordene neue und vollständige und die inzwischen erlangte genauere Kenntniss der Reductionselemente — insbesondere der Eigenbewegungen — verwerthende Durcharbeitung der Beobachtungen am Bradley'schen Sector von 1727 bis 1786 vorzunehmen.

Bis auf geringfügige numerische Rectificationen im Detail hat diese neue Bearbeitung aber die 1869 erlangten und 1871 der Akademie mitgetheilten Resultate lediglich bestätigt. Was die Sectorbeobachtungen über Polhöhenänderungen mit einiger Sicherheit anzugeben vermögen, beschränkt sich darauf, dass zwischen den mittleren Zenithdistanzen für die oben schon aufgeführten vier Greenwicher Epochen Unterschiede bleiben, welche die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler übersteigen, und nach erlangter Kenntniss des Vorkommens von Polhöhenänderungen nunmehr als solche zu deuten sind. Die Abweichungen der nach der Nordseite positiv gerechneten Zenithdistanzen von den aus der Bradley'schen Reihe 1749–1758 gefundenen betragen

1768.7 $-0\overset{''}{.}29$
1777.7 $+0.32$
1785.9 $+1.09$

Die Unterschiede haben sich in der genaueren Reduction noch ein wenig vergrössert; die letzte kurze Reihe scheint auf ein entschiedenes Minimum der Greenwicher Polhöhe gefallen zu sein, der gefundene Werth der Abweichung ist indess gerade in diesem Fall mit einer verhältnissmässig grossen Unsicherheit behaftet und möglicherweise zur vollen Hälfte aus den zufälligen Fehlern zu erklären.

Innerhalb der ersten drei der Greenwicher Reihen zeigen sich ebenfalls Unterschiede; an diesen haben vermuthlich die Schwankungen der Polhöhe ihren Antheil, derselbe lässt sich aber nicht von den zufälligen Änderungen des Collimationsfehlers trennen, welche in der einzigen längeren zusammenhängenden Reihe aus dieser Zeit, 1749 Dec. 25 — 1754 Sept. 25, erweislich sehr beträchtlich sind und dieselbe zu weiter eingehender Untersuchung der Polhöhenänderung ganz ungeeignet machen.

Dasselbe gilt von der Reihe aus Wanstead, welche zu ihrer Zeit eine mit überlegener Umsicht angeordnete und in vollendeter Ausfüh-

rung durchgeführte Beobachtungsreihe war, deren Beweiskraft aber mit der von Bradley daraus erlangten angenäherten Bestimmung der Constanten der Aberration und der Nutation erschöpft war, und die heute zu keinem andern Zweck mehr benutzt werden kann als zu dem in der früheren Bearbeitung des Vortragenden verfolgten der Ermittelung relativer Declinationen, deren Werth vornehmlich in ihrer frühen Epoche besteht. Über eine Periodicität der Zenithdistanzen ist aus dieser Reihe gar nichts festzustellen, und die von Hrn. Chandler tabulirten Abweichungen, in welchen er eine jährliche Periode finden will, sind, soweit sie bei Verwendung umfangreichern Materials und nach Berücksichtigung des Temperatureinflusses thatsächlich übrig bleiben, überwiegend unregelmässige Änderungen des Collimationsfehlers, zwischen denen die etwaige Polhöhenänderung nicht mehr zum Vorschein kommt. —

In dem demnächst herauszugebenden Bande der neuen Bearbeitung der Bradley'schen Beobachtungen wird sowohl die ältere Bearbeitung der Sectorbeobachtungen, auf welcher die Bestimmung des Zenithpuncts des Quadranten 1750–1762 beruht, als die im vorigen Sommer aus Anlass der Behauptungen des Hrn. Chandler ausgeführte neue Bearbeitung ausführlich mitgetheilt werden.

2. Hr. Klein legte die später folgende Mittheilung des Hrn. Prof. H. Bücking in Strassburg vor: Neue Mineralfunde von Westeregeln.

3. Hr. Munk legte Photographien von Schnitten des menschlichen Grosshirns vor, von den HH. Prof. Dr. Wernicke und Dr. H. Sachs in Breslau mit Beihülfe aus akademischen Mitteln hergestellt.

4. Hr. Waldeyer legte das zweite Heft der gleichfalls mit Unterstützung der Akademie ausgeführten Untersuchungen des Hrn. Prof. Dr. Fr. Keibel in Freiburg i. B. über die »Embryologie des Schweines« vor.

Ausgegeben am 16. Mai.

1895.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

9. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Köhler las die umstehend folgende Mittheilung: Die athenische Oligarchie des Jahres 411 v. Chr.

2. Derselbe legte eine später in diesen Berichten erscheinende Mittheilung des Hrn. B. Latyschew vor: Inschriften aus dem Taurischen Chersonesos.

Die athenische Oligarchie des Jahres 411 v. Chr.

Von Ulrich Köhler.

Wohl das werthvollste und anziehendste Stück in dem verfassungsgeschichtlichen Theil der πολιτεία Ἀθηναίων des Aristoteles sind, für diejenigen wenigstens, welche den Angaben über die ältere Zeit eine grössere Bedeutung nicht beimessen können und die Drakon zugeschriebene Verfassung für apokryph halten, die urkundlichen Nachrichten über die oligarchische Umwälzung des Jahres 411. Wenn auch im 5. und 4. Jahrhundert die Demokratie als Staatsform in der griechischen Welt vorgeherrscht hat, hat doch immer ein grösserer oder kleinerer Bruchtheil der Nation in Gemeinwesen mit oligarchischen, d. h. exclusiven Verfassungen existirt. Aber während wir den demokratischen Staat der Athener in seinen verschiedenen Entwickelungsphasen bis ins Detail kennen, ist uns, abgesehen von dem für sich stehenden spartanischen Militärstaat, die Verfassung keines oligarchischen Gemeinwesens genauer bekannt. Die von den athenischen Oligarchen im Jahre 411 aufgestellten beiden Verfassungsentwürfe haben unter diesen Umständen eine paradeigmatische Bedeutung; auch wenn sich conforme Einrichtungen für andere griechische Staaten direct nicht erweisen liessen, würden unter wesentlich gleichen socialen und wirthschaftlichen Bedingungen solche Analogieen vorausgesetzt werden dürfen. Die oligarchische Bewegung in Athen wurde von einer Gruppe von weltklugen, in den politischen Geschäften erfahrenen und entschlossenen Männern wie Antiphon, Phrynichos, Theramenes, Peisandros nach einem wohlerwogenen Plane geleitet; die Reaction kam trotz Allem, was ihr entgegenzustehen schien, zum Erstaunen der Zeitgenossen ihrem Endziele ganz nahe, stürzte aber dann jählings zusammen. In der Rechnung der Verschworenen muss ein starker Fehler gewesen sein; wo hat dieser Fehler, an welchem der Plan schliesslich gescheitert ist, gelegen?

Thukydides, der in seinem Geschichtswerk aus was immer für einem Grunde die Geschichte der Parteien in Athen principiell ausgeschlossen hat, hat über den Verlauf der oligarchischen Bewegung des Jahres 411 an mehreren Stellen des 8. Buches verhältnissmässig

ausführlich berichtet. Aber sein Bericht über die Vorgänge in Athen wird durch die urkundlichen und daher unanfechtbaren Nachrichten in der *πολιτεία Ἀθηναίων*[1] in den controllirbaren Theilen als ungenau oder falsch erwiesen. Giebt es eine Erklärung für diese überraschende Thatsache, oder muss man annehmen, Thukydides habe seit seiner Verbannung über die Vorgänge in und ausserhalb Athens nach mehr oder weniger unsicheren Informationen trotz seiner gegentheiligen Versicherung (V 26, 5) ohne schärfere Prüfung, wie sich's eben traf, berichtet?

Es scheint mir angezeigt, den Bericht der *πολιτεία* nach den hervorgehobenen Gesichtspunkten zu erwägen[2] und damit den Bericht des Thukydides zu verbinden.

Der Bericht der *πολιτεία* lässt deutlich zu Tage treten, wie die Leiter der oligarchischen Bewegung nach einem festen Plane sich stufenweise ihrem Ziele genähert haben. Nachdem Aristoteles den Ursprung der Bewegung, die durch die sicilische Katastrophe und das Bündniss der Perser mit Sparta und seinen Bundesgenossen geschaffene Lage des Staates, nach Thukydides, den er auch am Schlusse des Berichtes, freilich in oberflächlicher Weise, ausschreibt, angegeben hat, wendet er sich, mit Übergehung der oligarchischen Umtriebe auf der Flotte zu Samos sowie der in Athen unter der Hand in Scene gesetzten terroristischen Maassregeln sofort zu den öffentlichen Verhandlungen. In einer Volksversammlung wird, wie anzunehmen ist in Gemässheit der vom Rathe und den unter dem ersten Eindruck der Katastrophe in Sicilien dem Rathe zur Seite gestellten 10 *πρόβουλοι* festgestellten Tagesordnung, auf den Antrag des Pythodoros, der später zu den Vierhundert gehört hat, der Beschluss gefasst, eine einschliesslich der 10 *πρόβουλοι* aus 30 Mitgliedern bestehende Commission einzusetzen mit dem Auftrage, in einer hierfür anzuberaumenden Volksversammlung Reformvorschläge zur Rettung des Staates zu machen. In der zweiten Volksversammlung werden zuerst auf den Antrag der Dreissigercommission die legalen Mittel zum Schutze der bestehenden Verfassung wie die *γραφὴ παρνόμων* für diesen Fall unter Androhung schwerer Strafen gegen Zuwiderhandelnde aufgehoben und die Prytanen verpflichtet, jeden Reformvorschlag zur Abstimmung zu bringen. Hierauf bringt die Commission den Vorschlag ein, die Besoldungen der Staatsbeamteten aufzuheben, um die Gelder für den Krieg zu verwenden, und die Regierung, insbesondere auch die Befugniss Ver-

---

[1] c. 29–33.

[2] Vergl. ausser den Commentaren der Herausgeber (Kenyon *third ed.* 1892) die Erörterungen in dem Werke des Hrn. von Wilamowitz über die Schrift des Aristoteles I S. 99–108, II S. 113–125.

träge abzuschliessen für die Dauer des Krieges den vermögendsten und zugleich wehrhaften Bürgern in der Zahl von mindestens fünftausend zu übertragen. Für die Bestimmung der 5000 soll eine Commission von 100 Mitgliedern nach den Phylen gewählt werden.

Nach der Genehmigung der Anträge der Dreissigercommission durch die Volksversammlung war der Grund zur Oligarchie gelegt. Die oligarchischen Führer konnten jetzt, nachdem durch den Beschluss des theils eingeschüchterten, theils durch die Vorspiegelung der nach der Einrichtung einer oligarchischen Regierung zu gewärtigenden Schwenkung der persischen Politik verblendeten Volkes die Beschränkung des Stimmrechtes auf die Bürger der besitzenden Classe, genauer gesprochen auf die Vertreter des grösseren Besitzes, legalisirt worden war, mit ihren über den Krieg und die Beschaffung der Kriegsmittel hinausgehenden, lediglich politischen Absichten hervortreten, ohne besorgen zu müssen, keine Majorität für ihre Anträge zu finden. Sobald sich die neue Gemeindeversammlung der 5000 constituirt hat, wird in derselben der Antrag gestellt und votirt, eine Commission von 100 Mitgliedern für die Ausarbeitung eines förmlichen Verfassungsentwurfes zu wählen. Diese Commission legt in einer demnächst abgehaltenen Versammlung der 5000 zwei Entwürfe vor, von denen der eine als Provisorium sofort eingeführt und später durch den anderen ersetzt werden soll[1]. Nach dem später zu verwirklichenden Verfassungsentwurf sollen die 5000, aber nicht insgesammt, sondern innerhalb einer gewissen Altersgrenze alternirend die Souveränitätsrechte ausüben. Die zu den 5000 gehörigen Bürger von mindestens 30 Lebensjahren sollen gleichmässig in vier Körperschaften getheilt werden; diese vier Körperschaften, die *τέσσαρες βουλαί*, wie sie in dem Entwurf genannt werden, sollen in einer durch das Loos zu bestimmenden Reihenfolge je ein Jahr lang nicht allein die berathende und beschliessende Versammlung bilden, sondern auch die wichtigeren Ämter aus ihrer Mitte besetzen. Die Verwaltung soll vereinfacht, insbesondere für die Staatsfinanzen ein einheitliches Amt von 20 Mitgliedern geschaffen werden; dabei ist die merkwürdige Ausnahmebestimmung getroffen, dass die Mitglieder des Finanzamtes nicht Sitz und Stimme in der Rathsversammlung, der sie *de facto* angehören, haben sollen[2]. Den Mitgliedern der jeweilig

[1] Dass die beiden Entwürfe in derselben Versammlung den 5000 vorgelegt und von ihnen votirt worden sind, ist nach dem Bericht des Aristoteles (s. c. 30 z. Anf., c. 31 z. Anf., und c. 32 z. Anf.) nicht zu bezweifeln.

[2] Es ist bemerkenswerth, dass ein die verschiedenen Branchen der Staatsfinanzen umfassendes Amt, wie ein solches in dem oligarchischen Verfassungsentwurf vorgesehen ist, allem Anscheine nach im 3. Jahrhundert unter dem Titel *οἱ ἐπὶ τῇ διοικήσει* wirklich geschaffen worden ist. Vergl. die Bemerkungen von Homolle, *Bull. de corr.*

die Souveränitätsrechte ausübenden Rathsversammlung soll es unbenommen sein, sich vorkommenden Falles durch Cooptation aus den übrigen drei Sectionen bis auf die doppelte Zahl zu ergänzen; darin ist enthalten, dass Versammlungen der nach der neuen Constitution herrschenden Gemeinde neben den Rathsversammlungen nicht stattfinden sollen. Die zu den 5000 gehörigen, aber durch ihr Alter von der Ausübung der Souveränitätsrechte ausgeschlossenen jüngeren Bürger sollen gleich bei der Einführung der neuen Verfassung auf die vier Rathskörperschaften vertheilt werden, offenbar damit sie, sobald sie das verfassungsmässige Alter erreicht haben, ohne Weiteres nach der durch das Loos für die vier Körperschaften festgestellten Ordnung die ihnen mit der Vollendung des dreissigsten Lebensjahres zugefallenen Rechte ausüben können[1]. Hiernach scheinen die Verfasser des Entwurfs eine von vier zu vier Jahren vorzunehmende Revision der Liste der 5000 in Aussicht genommen zu haben; wenigstens der Theorie nach musste die nach Maassgabe des Vermögens aufgestellte Liste, da die Vermögen sich der Natur der Dinge nach nicht gleich bleiben, ja auch von Zeit zu Zeit revidirt werden. Der amtirende Rath soll sich alle fünf Tage ein Mal versammeln, die Berufung und Controlle des regelmässigen Besuches der Versammlungen und somit auch die Aufstellung des jedesmaligen Programmes den neun Archonten[2], die Leitung der Verhandlungen aber und die Feststellung der Reihenfolge der zu verhandelnden Gegenstände durch das Loos einem aus der Gesammtheit erloosten

---

Hell. 1891 S. 364 ff.; indess ist die Sache noch nicht vollständig aufgeklärt. Ausser den Andeutungen in den Psephismen wäre auch die Inschrift *C. I. A.* II 860 (etwa um die Mitte des 3. Jahrhunderts) in Erwägung zu ziehen.

[1] *πολ. Ἀθ.* 30, 3 *βουλὰς δὲ ποιῆσαι τέτταρας ἐκ τῆς ἡλικίας τῆς εἰρημένης εἰς τὸν λοιπὸν χρόνον, καὶ τούτων τὸ λαχὸν μέρος βουλεύειν, νεῖμαι δὲ καὶ τοὺς ἄλλους πρὸς τὴν λῆξιν ἑκάστην.* Die philologische Exegese verlangt, dass man unter *τοὺς ἄλλους* die *νεώτεροι*, welche die *εἰρημένη ἡλικία* nicht haben, versteht, und diese Erklärung ist aus sachlichen Gründen die einzig zulässige.

[2] Ebenda § 5 *πληροῦν* (*κληροῦν* die Hs.) *δὲ τὴν βουλὴν τοὺς ἐννέα ἄρχοντας.* Ohne die von Wilamowitz und Henri Weil vorgenommene Correctur *πληροῦν* (vergl. Kaibel, Stil und Text der *πολιτεία Ἀθηναίων* S. 188 f.) ist nicht auszukommen. Aber schlechthin für *συνάγειν* konnte *κληροῦν* nicht gesagt sein. Wenn von den Thesmotheten gesagt wird *πληροῦν δικαστήρια*, so ist das etwas Anderes. Der gewählte Ausdruck setzt voraus, dass die Archonten über der Vollzähligkeit der Versammlungen wachen sollten, was durch die Einführung von Strafgeldern bestätigt wird. Von der Berufung der Volksversammlung, aber ebenfalls mit Beziehung auf Vollzähligkeit, findet sich *πληροῦν* gebraucht bei Plut. *Phoc.* 34 (in dem Bericht über die Verurtheilung Phokions und seiner Genossen): *τὴν ἐκκλησίαν ἐπλήρωσαν οἱ ἄρχοντες οὐ δοῦλον, οὐ ξένον οὐκ ἄτιμον ἀποκρίναντες.* Dass die Archonten, wenn sie an der Stelle der Prytanen der Demokratie die souveräne Rathsversammlung berufen sollten, auch das Programm feststellen mussten, scheint klar zu sein. Auf's Geradewohl konnten sie doch keine Versammlung berufen.

Praesidium von fünf Mitgliedern obliegen[1]. Über säumige Besucher wird eine Geldbusse verhängt, worüber die Rathsversammlung die Entscheidung fällen soll[2].

Als Grundgedanke des von den athenischen Oligarchen ausgearbeiteten Verfassungsentwurfs springt die alternirende Ausübung der Souveränitätsrechte innerhalb der herrschenden Classe in die Augen. Indess für originell ist dieser politische Gedanke nicht zu halten. Nach Andeutungen bei Thukydides ist derselbe in Boeotien früher verwirklicht worden. In Boeotien bestand zur Zeit des Nikiasfriedens Oligarchie; die vollziehende Gewalt lag in den Händen des Collegiums der Boiotarchen, welche im Kriege das Heer anführten; die politische Entscheidung, das *κῦρος*, ruhte in den *τέσσαρες βουλαί*. Unmittelbar nach dem Friedensschluss war in Sparta, ähnlich wie in Athen, die Kriegspartei wieder erstarkt; am Schlusse eines in Sparta abgehaltenen Congresses der in dem Kriege mit Sparta verbündet gewesenen Staaten stifteten die Häupter der Kriegspartei die boeotischen Vertreter an, den Abschluss eines Bündnisses der Boeoter mit den Argivern zu betreiben, um auf diesem Umwege Argos in ein Bündniss mit Sparta zu bringen. Die Gesandten berichteten nach der Heimkehr über die ihnen gemachten Mittheilungen an die Boiotarchen, die hierauf in einer Versammlung der *τέσσαρες βουλαί* die entsprechenden Anträge stellten, aber die Abstimmung fiel gegen die Anträge aus, nach der Ansicht des Thukydides, weil die Boiotarchen, die ihrer Sache sicher zu sein glaubten, es unterlassen hatten, die Versammlung über die Vorgänge in Sparta aufzuklären[3]. Über die *τέσσαρες βουλαί* der Boeoter, von denen sich in dem Bericht des Thukydides über die Vorgänge nach dem Nikiasfrieden eine isolirte Kunde erhalten hat, ist man bisher im Unklaren gewesen; diejenigen Gelehrten, welche überhaupt näher auf den Gegenstand eingegangen sind, haben meist die

---

[1] Die Archonten sollen die Prytanen ersetzen, aber einen Theil der Functionen der letzteren an die neue Behörde abgeben. Bekanntlich hat die Demokratie des angehenden 4. Jahrhunderts neben den Prytanen, welchen die Berufung der Raths- und Volksversammlungen verblieben ist, in der That ein besonderes Organ für den Vorsitz in den Versammlungen, die *πρόεδροι*, eingeführt. Ein Zusammenhang zwischen der Institution des 4. Jahrhunderts und dem Verfassungsentwurf der Oligarchie ist wenigstens denkbar. Dass es nach den Phylen zehn *πρόεδροι* waren, begründet natürlich keinen Unterschied.

[2] Dass Staatsgeschäfte an sich als genügender Entschuldigungsgrund gelten, die Beamteten also nicht an den regelmässigen Besuch der Rathsversammlungen gebunden sein sollten, ist als selbstverständlich anzusehen.

[3] Thuk. V 36—38 (Winter 421/20) und über die Oligarchie 31, 5. Dass die Anträge der Boiotarchen in den vereinigten *τέσσαρες βουλαί* gestellt worden sind, liegt in der Natur der Sache und wird dadurch, dass in dem Bericht darüber abwechselnd der Plural und der Singular gebraucht ist (*βουλαί* und *βουλή*), bewiesen.

bei Thukydides vorliegende Nachricht dahin ausgelegt, dass Boeotien politisch in vier Kreise, mit je einer Rathsversammlung an der Spitze, zerfallen sei[1]. Die aus dem thukydideischen Bericht erschlossene Institution ist nur verständlich unter der Voraussetzung einer von Alters her bestehenden Viertheilung des Volkes und Landes, wie eine solche denn auch mehrfach angenommen worden ist. Diese Annahme wird durch das Fehlen der entsprechenden geographischen und Stammesnamen allein als unstatthaft erwiesen. Wenn die vorausgesetzte Eintheilung bestanden hätte, so müsste sie sich in der Heeresorganisation kund thun; aber auch auf diesem Gebiet fehlt jede Spur; dagegen wissen wir, dass in der Schlacht von Delion (424 v. Chr.) das boeotische Aufgebot so geordnet war, dass die Contingente von Städten, die in den entgegengesetzten Theilen des Landes lagen, neben einander standen. Es scheint mir klar zu sein, dass die Nachrichten über die *τέσσαρες βουλαί* der Boeoter, aus denen man irrig auf eine Viertheilung des Landes und Volkes geschlossen hat, nach dem Verfassungsentwurf der athenischen Oligarchen zu beurtheilen sind. Hiernach war die herrschende Oligarchie in vier Abtheilungen gegliedert, welche alternirend als souveräner Rath fungirten; standen wichtige Fragen, wie Bündnissverträge, zur Entscheidung, so vereinigten sich die vier Rathskörperschaften zu gemeinsamer Beschlussfassung. Daraus folgt, dass der demokratische Einheitsstaat des Epameinondas in dem oligarchischen Staat des 5. Jahrhunderts einen Vorgänger gehabt hat, was geschichtlich nicht ohne Bedeutung ist. Entstanden sein kann dieser Staat nur nach dem Abfall der boeotischen Städte von Athen im Jahre 447/46; die boeotischen Oligarchen hatten, nachdem bei Koroneia die athenische Herrschaft gebrochen worden war, allen Grund, sich eng zusammenzuschliessen und dem Lande eine feste Verfassung zu geben. Derselbe wird, wenn nicht etwa in den Zeiten des korinthischen Krieges die Verfassung in demokratischem Sinne umgestaltet worden ist, unverändert bis zum Jahre 382 bestanden haben, in welchem Sparta die Bestimmungen des Königsfriedens in Boeotien durchführte und die Städte autonom machte. Ähnliche Verfassungsformen wie in Boeotien mögen im 5. Jahrhundert in anderen oligarchischen Staaten Griechenlands existirt haben, aber den athenischen Oligarchen kann nur die Verfassung des Nachbarlandes als Vorbild gedient haben. Von dem fremden Muster hat sich die athenische Verfassungscommission darin entfernt, dass sie von der Vereinigung der vier *βουλαί* zu gemeinsamer Beschlussfassung abgesehen und dafür die Ergänzung der

[1] Vergl. Busolt, Griech. Gesch. I² S. 257, Gilbert, Griech. Staatsalterth.¹ II S. 57 und die an den beiden Stellen angeführte Litteratur; ausserdem Freeman, *History of federal Government*² S. 127 ff.

jeweilig functionirenden Körperschaft durch Cooptation in den Entwurf aufgenommen hat, vielleicht weniger aus praktischen Gründen, als weil es so dem oligarchischen Ideal besser zu entsprechen schien. Wenn der Entwurf verwirklicht worden und nicht, wie es thatsächlich der Fall gewesen ist, auf dem Papier geblieben wäre, so würden in diesem Staate die Strategen als Träger der vollziehenden Gewalt die gleiche Stellung eingenommen haben, wie die Boiotarchen in Boeotien; formell ist in dem Entwurf den Vorträgen der Strategen in den Rathsversammlungen der Vortritt vor allen übrigen Angelegenheiten eingeräumt. Waren die Strategen doch auch in der Demokratie, wenn auch zunächst nur auf dem auswärtigen Gebiet, die maassgebende Behörde gewesen. Die politische Leitung im engeren Sinne würde den Archonten zugefallen sein, welche vor der Durchführung des demokratischen Princips die vornehmste und mächtigste Behörde im Staate gewesen waren. Den Oligarchen diente bei ihren Bestrebungen die *πάτριος πολιτεία* von Anfang an als Aushängeschild[1]; um so näher lag es, die Oberleitung der gesetzgebenden Versammlungen den Archonten zu übertragen und dadurch das längst von seiner ursprünglichen Machtstellung herabgesunkene und zur blossen Verwaltungsbehörde gewordene Archontat politisch zu rehabilitiren.

Der provisorische Verfassungsentwurf, welcher von der Hundertercommission zugleich mit dem für die Folgezeit bestimmten Entwurf den 5000 vorgelegt wurde, bietet dem Verständniss im Einzelnen verhältnissmässig noch mehr Schwierigkeiten als dieser. Das lässt sich nicht damit erklären, dass das, was Aristoteles bietet, Excerpte seien. Wenn in dem, was bei Aristoteles steht, die den 5000 vorgelegten Entwürfe wohl auch nicht überall wörtlich wiedergegeben sind[2], so ist doch offenbar nichts Wesentliches ausgelassen, und die Form entspricht im Ganzen dem aus anderen öffentlichen Actenstücken des

[1] Der von Thrasymachos als Musterrede verfasste *συμβουλευτικὸς λόγος*, in dessen erhaltenen Eingangsworten eine Erörterung über die *πάτριος πολιτεία* angekündigt wird, wird gewöhnlich in die Zeit der 400 gesetzt. Ich bin früher (Sitzungsber. der Akademie 1893 S. 505) der herrschenden Ansicht gefolgt, bin aber seitdem anderen Sinnes geworden. Brennend war die Frage der *πάτριος πολιτεία* doch erst, als die *πάτριος πολιτεία* von dem Sieger Lysander den Athenern vorgeschrieben worden war. In diese Zeit scheint mir die Rede zu gehören. Dass zur Zeit der Abfassung derselben Athen noch im Kriege war, folgt aus den Eingangsworten nicht mit Nothwendigkeit; ich habe vielmehr den Eindruck, dass die Katastrophe bereits eingetreten war. Dass der Verfasser der Rede hierauf nicht näher eingeht und sich im Allgemeinen hält, scheint mir sehr begreiflich.

[2] Dass die Anträge des Pythodoros und der Dreissigercommission nicht sowohl dem Wortlaut als dem Inhalt nach wiedergegeben sind, ist klar. In dem Amendement zu dem Antrage des Pythodoros (*πολ. Ἀθ.* c. 29, 3) ist an einer Stelle etwas hinzugefügt; die auf Kleisthenes bezüglichen Worte *ὅτε καθίστη τὴν δημοκρατίαν* können in dem Original nicht gestanden haben.

5. Jahrhunderts bekannten Urkundenstil. Die Unklarheiten, welche dem modernen Leser aufstossen, haben zum Theil ihren Grund in ungenügender Kenntniss des zur Zeit der Abfassung der Verfassungsentwürfe Bestehenden und anderer einschlagender Verhältnisse, zum Theil in dem Fehlen der Motive, welche in den Verhandlungen über die Entwürfe mündlich gegeben wurden; dazu kommt erschwerend hinzu, dass diese Partieen der aristotelischen Schrift der mechanischen Textesverderbniss begreiflicher Weise mehr als andere ausgesetzt gewesen sind. Allein auch wenn man diese Momente in Betracht zieht, wird man finden, dass manche Stellen auffallend unbestimmt abgefasst sind, so dass mehr als eine Auffassung möglich erscheint. Man muss sich erinnern, wie die Dinge lagen. Ob die 5000 die Entwürfe genehmigen würden, war keineswegs sicher, und wie, die Genehmigung vorausgesetzt, die Dinge weitergehen würden, ebenfalls ungewiss. Unter diesen Umständen konnte es den oligarchischen Häuptern, die bei der Feststellung der Verfassungsentwürfe direct oder indirect den Ton angaben, rathsam erscheinen, manche Punkte nicht scharf zu formuliren, entweder um sich nicht die Hände zu binden oder um die Entwürfe der Gesammtheit der 5000 leichter annehmbar erscheinen zu lassen; einfach war die Aufgabe der oligarchischen Führer sicher nicht, auch abgesehen von Meinungsverschiedenheiten unter diesen Männern selbst. Indess ist auch der provisorische Verfassungsentwurf, obwohl Einiges in demselben unsicher erscheint, in der Hauptsache klar und deutlich.

Dieser Entwurf, der wirklich in Kraft getreten, nicht wie der andere ein Project geblieben ist, betrifft in seinen wesentlichen Theilen die Einsetzung eines engeren, mit voller Regierungsgewalt bekleideten Rathes und die Bestellung eines ebenfalls mit ausserordentlichen Befugnissen versehenen Strategencollegiums. Dem Rathe wird insbesondere die Besetzung der (höheren) Ämter und freie Verfügung über die Vereidigung der Beamteten und über Gesetze und Strafen zuerkannt[1]. Nur die Verfassungsgesetze zu ändern soll dem regierenden Rathe benommen und also der Gesammtheit der 5000 vorbehalten sein. Man muss an die Ersetzung des Provisoriums durch die für später in Aussicht genommene Verfassung denken, aber das Verbot an den Rath ist allgemein gefasst und schliesst andere constitutionelle Änderungen als möglich ein. Die 5000 sollten nicht daran zweifeln, dass die Entscheidung in Verfassungsfragen an sich ihnen gewahrt sei. Aber die Initiative konnte in jedem Falle nur vom Rathe ausgehen, von welchem die Ein-

---

[1] Über die Lesung dieser nicht heil überlieferten Stelle (c. 31, 1) vergl. Kaibel, Stil und Text S. 190.

berufung der 5000 abhing. Der regierende Rath soll gleich dem einstigen solonischen Rath aus vierhundert, zu gleichen Theilen nach den Phylen, selbstverständlich nur aus den in der Liste der 5000 verzeichneten Phyleten zu wählenden Mitgliedern bestehen. Durch das Zurückgreifen auf die solonische Institution sollte der Verdacht factiöser Absichten abgewehrt werden, eine weiter reichende Bedeutung hat es nicht; die oligarchischen Häupter würden an sich wohl einem noch engeren Rathe den Vorzug gegeben haben. Dieselbe Tendenz zeigt sich in der Bestimmung über die Besetzung des Strategenamts. Während in Beziehung auf die Besetzung der übrigen Ämter den 400 völlig freie Hand gelassen ist, so dass sie die Stellen, wenn es ihnen gut dünkte, exclusiv aus ihrer Mitte besetzen konnten, ist bestimmt, dass die Strategen und zugleich mit den Strategen auch die übrigen höheren Officiere von denselben aus der Gesammtheit der 5000 (*ἐξ ἁπάντων τῶν πεντακισχιλίων*) gewählt werden sollen. Dazu scheint es nicht zu stimmen, dass mehrere von den Männern, welche nach der Einrichtung des Provisoriums als Strategen fungirt haben, nachweislich zu den 400 gehört haben[1]. Zu den *ἅπαντες πεντακισχίλιοι* gehörten genau genommen auch die 400 Rathsmitglieder; so wird der Rath interpretirt und die Strategen zum Theil aus seiner Mitte, zum Theil aus dem weiteren Kreis der 5000 genommen haben, womit sich die Versammlung zufrieden geben konnte. Den Strategen wird in dem Entwurf autokratorische Gewalt beigelegt, ihr Verhältniss zum Rathe in der Weise geregelt, dass sie sich erforderlichen Falles mit dem Rathe in's Einvernehmen setzen sollen. Darin liegt, dass durch die den Strategen ertheilten Vollmachten die Stellung des Rathes als souveräne Regierungsbehörde nicht aufgehoben werden soll; andererseits soll durch die, an die Adresse der Strategen gerichtete Weisung die erforderliche Einheitlichkeit in den Maassnahmen der beiden Staatsgewalten hergestellt werden. Die Schlussbestimmungen des Entwurfs sind complementärer Natur. Die Bürger, welche während des Provisoriums als Beamtete fungirt haben, sollen dieselben Ämter, mit Ausnahme der Strategie und des Sitzes im Rathe, nicht wieder bekleiden dürfen, woraus zu folgern ist, dass die mehrmalige Bekleidung der Staatsämter schon in der Demokratie des 5. Jahrhunderts ebenso wie später im 4. Jahrhundert als verfassungswidrig gegolten hat. Ferner wird bestimmt, dass bei der in dem definitiven Verfassungsentwurf angeordneten Bildung der vier Rathskörperschaften, also nach der Aufhebung des Provisoriums, von der damit beauftragten Hundertercommission die Mitglieder des Rathes der Vierhundert auf

[1] Theramenes und Aristarchos werden von Thukydides ausdrücklich zu den Vierhundert gerechnet (VIII 92, 3 und 90, 1), und was von diesen beiden bezeugt ist, gilt wahrscheinlich von anderen Strategen.

die vier Körperschaften vertheilt werden sollen[1]. Diese Bestimmung war genau genommen überflüssig, nicht weniger als der vorausgehende Passus in Betreff der Beamteten. Immerhin konnte es angemessen erscheinen, wie in jenem Falle die constitutionellen Rechte der Gesammtheit, so in diesem die Rechte der Vierhundert ausdrücklich zu gewährleisten. Wenn der provisorische Verfassungsentwurf in die Praxis umgesetzt wurde, so wurde für die nächste Zeit eine starke, auf einen den Umständen nach engen Kreis von Theilhabern beschränkte Regierung geschaffen. Das muss die Absicht derer, welche bei der Aufstellung des Entwurfes das Wort geführt haben, gewesen sein.

Die beiden Entwürfe, der provisorische sowohl wie der für später bestimmte, sind nach dem Berichte des Aristoteles von den 5000 in aller Form genehmigt worden. Ganz anders noch als aus den Berichten des Thukydides erhellt aus der aristotelischen Schrift, dass die Verfassungsveränderung äusserlich wenigstens durchaus auf legalem Wege bewerkstelligt worden ist; es hatte seinen triftigen Grund, dass, als nach dem Sturze der Vierhundert dem Antiphon und anderen Häuptern der Oligarchie der Process gemacht wurde, die Anklage, wie wir aus der zufällig erhaltenen Klageschrift wissen, nicht auf Umsturz (*μετάστασις*) gestellt war, sondern auf Landesverrath, begangen in den Unterhandlungen mit Sparta. Vielleicht nie wieder in der Geschichte hat sich eine Staatsumwälzung so in den gesetzlichen Formen vollzogen wie die Umwälzung in Athen im Frühling 411.

Aus welchem Grunde von den Leitern der Umwälzung ein Provisorium beliebt worden ist, giebt Aristoteles nicht an, und doch muss sich diese Frage Jedem aufdrängen. Dass das in der provisorischen Verfassung angeordnete Regiment der Vierhundert auch bei Vielen unter den gemässigten Bürgern der besitzenden Classe, auf welche sich die Oligarchie stützte, Anstoss erregen musste, ist ohne Weiteres klar; fehlte es doch auch unter den Häuptern der Oligarchie nicht an Männern, deren politische Ehrlichkeit nichts weniger als über allen Zweifel erhaben war. Dass der radicale Charakter des eigentlichen

---

[1] *Ἀθ. πολ.* c. 31, 3 *εἰς δὲ τὸν ἄλλον χρόνον, ἵνα νεμηθῶσιν οἱ τετρακόσιοι εἰς τὰς τέτταρας λήξεις, ὅταν τοῖς [αὐ]τοῖς γίγνηται μετὰ τῶν ἄλλων βουλεύειν, διανειμάντων αὐτοὺς οἱ ἑκατὸν ἄνδρες.* Der Text ist unsicher. Kenyon hat auf dem Papyrus *τοῖς ἀστοῖς* gelesen, aber für fehlerhaft erklärt, während Andere auf der Phototypie *τοῖς [α]ὐτοῖς* erkannt haben. Man hat unter den *ἀστοί* die 5000 in Athen verstanden und *τῶν ἄλλων* auf die Mannschaften in Samos bezogen. Ich kann dem nicht folgen. *Ἀστοί* waren die in Samos so gut wie die in Athen; es hätte nur heissen können *τοῖς ἐν ἄστει.* Wie bei der Aufstellung des Katalogs der 5000 verfahren worden ist, ob die Mannschaften auf der Flotte unberücksichtigt geblieben sind, wissen wir nicht; um des Erfolges willen durften die oligarchischen Führer bei den Trierarchen, Officieren und den vermögenderen unter den Hopliten in Samos keine Ungewissheit darüber aufkommen lassen, ob sie zur herrschenden Classe gehören würden.

Verfassungsentwurfs ein Übergangsstadium nothwendig gemacht habe, lässt sich nicht behaupten. Die vier Rathskörperschaften waren rasch gebildet, mindestens ebenso rasch wie das Rathscollegium der Vierhundert, und die in dem Entwurf vorgesehenen Veränderungen in der Verwaltung waren auch nicht so eingreifend, dass sie nicht auf der Stelle hätten vorgenommen werden können. In dem Verhalten der Flottenmannschaften in Samos kann das bestimmende Motiv für das Provisorium auch nicht gelegen haben. Die demokratische Reaction auf der Flotte, wo die Umwälzung geplant worden war, trat ein zur Zeit, als in Athen über die Verfassungsentwürfe berathen wurde; zum Ausbruch ist sie gekommen, nachdem die Nachricht von der Übernahme der Gewalt durch die Vierhundert und zwar nach dem Zeugniss des Thukydides entstellt durch unbegründete Angaben über das Regiment der oligarchischen Regierung, nach Samos gelangt war; darauf hin sagten sich die Flottenmannschaften von der heimathlichen Regierung los und zwangen auch die in ihrer Mitte befindlichen reichen und vornehmen Bürger, es mit ihnen zu halten[1]. Am wenigsten lässt sich das Provisorium aus dem Kriegszustand erklären; denn den oligarchischen Leitern lag nichts mehr am Herzen als den Krieg beizulegen. Der Rath der Vierhundert hatte nicht so bald das Regiment angetreten, als Friedensboten an den Befehlshaber der feindlichen Occupationstruppen in Dekeleia, den Spartanerkönig Agis, abgingen, welche Praeliminarunterhandlungen anknüpfen und einer Gesandtschaft den Weg nach Sparta bereiten sollten. Und das ist bei der Lage der Dinge sehr begreiflich. Es war nicht genug, dass die neue Ordnung der Dinge begründet wurde; die Oligarchie musste sich gegen die unausbleibliche Reaction im Volke behaupten. Dass sie dieses Endziel von sich aus zu erreichen vermögen würde, konnte die Oligarchie, da sie weitaus die Minderzahl in der Bürgerschaft bildete, kaum hoffen. So blieb nichts übrig, als Frieden und im Anschluss an den Frieden ein Bündniss mit Sparta zu schliessen, um nöthigenfalls an der spartanischen Oligarchie eine Stütze gegen den demokratischen Ansturm zu haben. Das muss von Anfang an zum Programm der Leiter der Umsturzbewegung gehört haben. Antiphon, der von Thukydides als der geistig bedeutendste unter jenen Männern geschildert wird und es ohne Zweifel auch gewesen ist, kann gar nicht anders gedacht haben, aber auch die übrigen Oligarchen, welche weiter als in die nächste Zukunft sahen, müssen so geurtheilt haben. Ohne Opfer war der Friede allerdings nicht zu haben, das musste sich Jeder sagen; indess nach dem Abfall von Chios, Milet, Rhodos und Byzanz war

---

[1] Thuk. VIII 72—77.

die Macht Athens im Osten thatsächlich gebrochen, und denjenigen unter den Urhebern der Umwälzung, für welche die Herstellung der Oligarchie eine ideale Bedeutung hatte, konnte an der Seeherrschaft, in der sie die Wurzel alles Übels sehen mussten, nicht viel liegen. Aber in der Mehrzahl der Fünftausend war der Patriotismus stärker als der Partei- oder Classengeist. Da bedurfte es einer Regierung, welche die Arme frei hatte, wenn das Programm bis zu Ende ausgeführt werden sollte. Hieraus ist meines Erachtens das Provisorium entsprungen. Der Rath der Vierhundert sollte hauptsächlich den Frieden machen; es ist in dieser Hinsicht vielleicht nicht ohne Bedeutung, dass in dem Provisorium Berufungen der 5000 ausdrücklich nur für die Entscheidung in Verfassungsfragen vorgesehen sind. Gelang es, einen glimpflichen Frieden abzuschliessen, so konnte gehofft werden, dass derselbe nicht allein von der Bürgerschaft in Athen acceptirt werden, sondern dass auch die Mannschaften auf der Flotte der vollendeten Thatsache gegenüber im Ganzen sich fügen würden. Allein die Berechnungen, welche sich auf die Voraussetzung stützten, die spartanische Regierung würde bereitwillig der Oligarchie in Athen die Hand zur Stütze reichen, erwiesen sich, wie zu anderen Zeiten, so auch damals als trügerisch. Die Spartaner glaubten jetzt mehr als je zuvor des Sieges sicher zu sein und hatten nur ihr eigenes Interesse oder was sie dafür hielten im Auge. Die friedlichen Eröffnungen, welche die athenischen Boten nach Dekeleia überbrachten, wurden von dem Könige Agis damit beantwortet, dass er Verstärkungen aus dem Peloponnes an sich zog zu einem Angriff auf das, wie er glaubte, vor dem Bürgerkriege stehende Athen. Dem Feind gegenüber traten in Athen, wie noch immer in der attischen Geschichte, die Partei- und Classengegensätze zurück; der Angriff der Peloponnesier wurde abgewiesen. Aber sobald die Gefahr beseitigt war, gingen abermals Unterhändler hinauf nach Dekeleia; die Aufnahme, welche die zweite Botschaft der Athener bei Agis fand, war der Art, dass der Absendung einer mit Vollmachten versehenen Gesandtschaft nach Sparta nichts mehr im Wege stand. Es könnte als Verhängniss erscheinen, wenn es nicht als sträflicher Leichtsinn bezeichnet werden müsste, dass die Gesandten für die Seereise nach Lakonien ein Schiff bestiegen, welches mit der wegen ihres demokratischen Eifers bekannten und von den 400 aus diesem Grunde vor Kurzem versetzten Mannschaft des Staatsschiffes Paralos bemannt war; die Gesandten wurden auf der Fahrt von den Paralern ergriffen und der demokratischen, mit den athenischen Flottenmannschaften sympathisirenden Regierung von Argos in Verwahr gegeben. Die Aussichten der Oligarchen in Athen hatten sich, seitdem die 400 die Gewalt übernommen hatten, in jeder Hinsicht verschlechtert;

die Mannschaften in Samos hatten sich förmlich als Gemeinde constituirt, den seit dem sicilischen Unternehmen als Flüchtling bei den Feinden Athens weilenden Alkibiades herbeigerufen und ihm den Oberbefehl übertragen; ein Versuch der Regierung in Athen, sich mit den Flottenmannschaften zu verständigen, hatte ebenso wenig zu einem Resultate geführt wie die Bemühungen, einen Vertrag mit den Spartanern zu erlangen; in der Bürgerschaft hatte es angefangen zu gähren und, was das Schlimmste war, im Rathe war in der letzten Zeit eine Spaltung entstanden, dadurch dass die gemässigteren, oder opportunistischen Anschauungen huldigenden Mitglieder in Opposition zu der Mehrheit traten. Die Häupter der Ultras durften nicht säumen; die angesehensten von diesen Männern, an ihrer Spitze Antiphon, gingen selbst nach Sparta mit der Absicht, um jeden Preis mit der spartanischen Regierung abzuschliessen; zu gleicher Zeit wurde die durch ihre Lage die Mündung des Peiraieushafens beherrschende Landzunge Eetioneia befestigt. Eine sichere Kunde von dem, was damals in Sparta verhandelt worden ist, scheint in die Öffentlichkeit nicht gedrungen zu sein; nach dem Urtheil der Richter über Antiphon und andere Mitglieder der Gesandtschaft, deren man später habhaft werden konnte, haben sich die Oligarchen bereit erklärt, die Spartaner in den Peiraieus aufzunehmen, und hat die Befestigung von Eetioneia keinen anderen Zweck gehabt als den, den peloponnesischen Schiffen den Eingang in den Hafen offen zu halten; und Thukydides, welcher die Vertheidigungsrede Antiphon's gekannt hat, spricht sich, wenn auch mit einiger Reserve, in demselben Sinne aus[1]. Als nach der Heimkehr der Unterhändler eine peloponnesische Flotte im saronischen Meerbusen erschien, wurde unter der Führung des Theramenes, der an die Spitze der Opposition im Rathe getreten war und, wie es scheint, den Argwohn in der Bürgerschaft geschürt hatte, die noch unvollendete Befestigung des Hafeneinganges demolirt; der spartanische Admiral machte keinen Versuch, die Einfahrt in den von der Bürgerschaft besetzten Hafen zu erzwingen und wendete sich dazu, Euboea von Athen loszureissen. Auf die Kunde von diesem seit der Besetzung von Dekeleia durch die Peloponnesier für die Athener doppelt schweren Verlust brach das

[1] Über die Friedensverhandlungen Thuk. VIII 70—71. 86. 90—91. Ungenau Aristoteles c. 32, 3 *οἱ δὲ (τετρακόσιοι) ... πρὸς Λακεδαιμονίους πρεσβευσάμενοι κατελύοντο τὸν πόλεμον, ἐφ' οἷς ἑκάτεροι τυγχάνουσιν ἔχοντες. οὐχ ὑπακου[σά]ντων δ' ἐκείνων, εἰ μὴ καὶ τὴν ἀρχὴν τῆς θαλάττης ἀφήσουσιν, οὕτως ἀπέστησαν.* Das könnte sich nur auf die zweite Gesandtschaft nach Sparta beziehen, auf Grund deren Antiphon und Archeptolemos zum Tode verurtheilt und hingerichtet worden sind, da die erste Gesandtschaft ihren Bestimmungsort nicht erreicht hat und in den Praeliminarien in Dekeleia die Friedensbedingungen nicht zu discutiren waren. Auf der Basis des Besitzstandes wird die athenische Regierung allerdings Anfangs haben unterhandeln wollen.

Regiment der 400 nach einem Bestande von nicht ganz vier Monaten zusammen, was zur weiteren Folge hatte, dass nach einer kurzen Übergangszeit die Demokratie in ihrer alten Gestalt wiederhergestellt wurde.

Nach dem thukydideischen Bericht über die Umwälzung in Athen haben die oligarchischen Verschworenen zuerst in der Bürgerschaft dafür agitirt, dass die Besoldung der Beamteten abgeschafft und das Stimmrecht auf die 5000 vermögendsten Bürger beschränkt werden müsse. In einer Volksversammlung wird der Beschluss gefasst, eine Commission für eine Neuordnung des Staates einzusetzen. Damit ist in der Hauptsache das Psephisma des Pythodoros wiedergegeben; dass bei Thukydides die Commission aus 10 Mitgliedern besteht, während es nach dem urkundlichen Bericht des Aristoteles eine Dreissigercommission gewesen ist, ist nicht sehr wesentlich und die Entstehung der irrthümlichen Angabe leicht erklärlich. In einer zweiten Volksversammlung beschränkt sich die gewählte Commission darauf, jeden in der Versammlung gestellten Antrag für zulässig und die Anwendung der *γραφὴ παρανόμων* oder anderer gesetzlicher Mittel gegen einen gestellten Antrag für verpönt zu erklären; hierauf wird auf den Antrag des Peisandros die Beseitigung der Besoldungen, eine Umgestaltung der Ämter und die Wahl eines souveränen Rathes von 400 Mitgliedern beschlossen, welcher in beliebigen Fristen die 5000 zusammenberufen soll[1]. Hiernach wäre also der Rath der 400 nicht durch einen Beschluss der 5000 auf Grund eines Antrages einer Verfassungscommission und zwar als Provisorium eingesetzt gewesen, wie es nach dem urkundlichen Bericht in der Wirklichkeit der Fall gewesen ist, sondern durch einen Beschluss der demokratischen Volksversammlung auf den Antrag eines der Führer der oligarchischen Partei; von einem Provisorium ist in dem thukydideischen Bericht ebenso wenig die Rede wie von einem Verfassungsentwurf für später. Dabei enthält der angebliche Antrag des Peisandros Bestandtheile, welche, während sie zu dem provisorischen Entwurf bei Aristoteles nicht stimmen, eine Bekanntschaft mit dem für die Zukunft berechneten Entwurf zu indiciren scheinen. Peisandros soll eine Umgestaltung der Ämter beantragt haben; das stimmt nicht zu dem Provisorium bei Aristoteles, welches an den Staatsämtern nichts ändert, dagegen ist in dem auf dem Papier gebliebenen Verfassungsentwurf, wie wir sahen, allerdings eine Reform der höheren Staatsämter angeordnet. Die auffallendste Abweichung des von Thukydides unter dem Namen des Peisandros eingeführten Volksbeschlusses von dem

[1] Thuk. VIII 53. 67.

provisorischen Verfassungsentwurf liegt darin, dass, während nach diesem die Vierhundert von den Angehörigen der Phylen gewählt werden sollen, jener die Wahl von 5 *πρόεδροι* in der Volksversammlung anordnet, welche 100 Rathsmitglieder ernennen sollen, von denen jeder drei Mitglieder zu wählen hat. Vereinigen lassen sich die divergirenden Angaben in Betreff der Bildung des Rathes der Vierhundert nicht, aber auch die Hypothese, die in dem provisorischen Verfassungsentwurf gemachte Bestimmung sei nachträglich geändert und die Phylenwahl durch den bei Thukydides beschriebenen Wahlmodus ersetzt worden, ist nur ein Nothbehelf. Ich erkenne in dem von Thukydides Berichteten Reminiscenzen aus dem definitiven Verfassungsentwurf, in welchem die Wahl von fünf Vorsitzenden in den Versammlungen der jeweilig functionirenden Rathskörperschaft und eine eventuelle Ergänzung der letzteren durch Cooptation angeordnet ist[1]. Wenn man es sich recht überlegt, so wird man finden, dass das *πρῶτον ψεῦδος* in dem thukydideischen Bericht, durch welches andere Unrichtigkeiten mehr oder weniger bedingt sind, darin beruht, dass nach diesem Bericht die 5000 nach der Übernahme des Regiments durch die Vierhundert so wenig wie vorher ausgewählt worden sind und bis zum Sturze der Vierhundert nur in der Idee, als Schattenbild, existirt haben[2]. Haben die 5000 nicht existirt, so hat es auch die Verfassungscommission der 5000 und die Verfassungsentwürfe dieser Commission nicht gegeben; daher wird die Einsetzung der Vierhundert bei Thukydides von der Volksversammlung beschlossen und von Peisandros beantragt. Diese Volksversammlung ist nach Thukydides nicht innerhalb der Stadt Athen, sondern in dem, wie Thukydides andeutet, nach aussen hin abgeschlossenen heiligen Bezirk des Poseidon auf Kolonos abgehalten worden. Das hat für die Volksversammlung keinen Sinn, wie die Erklärungsversuche, welche vor-

---

[1] Dass der Name *πρόεδροι* ungereimt ist, wenn es für den von Thukydides angegebenen Zweck gewählte Männer waren, ist längst bemerkt worden (Gilbert, Beiträge zur inneren Gesch. Athens S. 307 f.). — Vergl. S. 17 Anm.

[2] Thuk. VIII 92, 11 (in dem Bericht über den Ausgang des Regiments der 400) *καὶ οἱ τετρακόσιοι διὰ τοῦτο οὐκ ἤθελον τοὺς πεντακισχιλίους οὔτ' εἶναι οὔτε μὴ ὄντας δήλους εἶναι, τὸ μὲν καταστῆσαι μετόχους τοσούτους ἄντικρυς ἂν δῆμον ἡγούμενοι, τὸ δ' αὖ ἀφανὲς φόβον ἐς ἀλλήλους παρέξειν*; c. 89, 3 (die Opposition im Rathe der Vierhundert verlangt) *τοὺς πεντακισχιλίους ἔργῳ καὶ μὴ ὀνόματι χρῆναι ἀποδεικνύναι καὶ τὴν πολιτείαν ἰσαιτέραν καθιστάναι.* Hiernach πολ. Ἀθ. c. 32, 3 *γενομένης δὲ ταύτης τῆς πολιτείας* (das Regiment der Vierhundert ist gemeint) *οἱ μὲν πεντακισχίλιοι λόγῳ μόνον ᾑρέθησαν, οἱ δὲ τετρακόσιοι κτλ.*, was zu dem vorausgegangenen Bericht, nach welchem einerseits die Fünftausend als constituirende Versammlung fungirt haben, andererseits die Vierhundert nur in Verfassungsfragen die 5000 berufen sollten, nicht stimmt. Aristoteles hat hier wie an anderen Stellen seiner Schrift Aussagen verschiedener Quellen ohne Rücksicht auf die dadurch entstehenden Incongruenzen aufgenommen.

gebracht worden sind, am besten beweisen. In der Wirklichkeit aber sind die beiden Verfassungsentwürfe und damit die Einsetzung des Rathes der Vierhundert von den Fünftausend votirt worden. Wenn die constituirende Versammlung der 5000 auf der Pnyx oder auch im Theater abgehalten worden wäre, so würde sich unausbleiblich das Volk ringsum aufgestaut und durch seine blosse Anwesenheit, wenn nicht durch Lärm und Geschrei, den Ausfall der Abstimmung beeinflusst haben. Das musste vermieden werden; daher haben es die Leiter der Umwälzung so eingerichtet, dass die Versammlung der 5000 draussen auf dem Kolonos abgehalten worden ist. Die 5000, oder wie viele von ihnen anwesend gewesen sind, sollten unter sich und jeder Einwirkung von aussen her entrückt sein. Daraus, dass Thukydides die 5000 als bestehende Institution nicht gekannt hat, ist zu folgern, dass der seit dem Jahre 423 im Exil lebende Historiker nicht diverse Berichte über die Umwälzung in Athen erhalten hat, sondern, in der Hauptsache wenigstens, einem Gewährsmann gefolgt ist, welcher die 5000 mit bewusster Absicht supprimirt und Thukydides einen ungenauen und verwirrten Bericht erstattet hat, aus welchem dieser sich nicht herausfinden konnte. Wenn Thukydides Berichte von verschiedenen Stellen her erhalten hätte, so hätte ihm die Existenz und legislative Thätigkeit der 5000 unmöglich unbekannt bleiben können; ganz ausgeschlossen ist natürlich, dass der vorliegende Bericht von Thukydides nach der Rückkehr aus dem Exil in Athen verfasst ist. Dass der Rath der Vierhundert es unterlassen hat, die Liste der 5000 aufzustellen, bildet in dem thukydideischen Bericht den schwersten Vorwurf, welcher die Vierhundert trifft und ihr Regiment zu einem illegitimen macht. Der Gewährsmann des Historikers hat nicht zu den Oligarchen gehört; man wird nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dass einer von den, wie es scheint, nicht zahlreichen Bürgern, welche nach der Übernahme der Gewalt durch die Vierhundert Athen verlassen mussten, den ihm von früherher befreundeten Thukydides auf dessen Besitzungen in Thrakien aufgesucht und ihm in seiner Weise die Vorgänge in Athen erzählt hat. Dass Thukydides sich auf die Mittheilungen dieses Mannes, vielleicht eines alten Parteigenossen, verlassen und es versäumt hat, andere Informationen einzuziehen, ist zwar nicht zu billigen, aber vielleicht zu entschuldigen. Nach der Heimkehr am Schlusse des peloponnesischen Krieges muss er in Erfahrung gebracht haben, dass der von ihm niedergeschriebene Bericht nicht bestehen könne; da der Bericht unverändert geblieben ist, ist anzunehmen, dass Thukydides nicht mehr dazu gekommen ist, die Hand an den letzten Theil seines zum Abschluss überhaupt nicht gelangten Geschichtswerkes zu legen.

Man würde jedoch fehl gehen, wenn man dem thukydideischen Bericht jeden selbständigen Werth neben den parallel laufenden Nachrichten in der aristotelischen Schrift absprechen wollte. Zu den merkwürdigsten Stücken des Gesammtberichtes des Thukydides gehört die Erzählung von der Auflösung des alten demokratischen Rathes und der Installirung des Rathes der 400. Nach dieser Erzählung ist der demokratische Rath mit Gewalt aufgelöst worden; umfassende militärische Vorkehrungen waren getroffen worden, die 400 erschienen begleitet von Bewaffneten und selbst unter den Mänteln mit Waffen versehen im Rathhaus und zahlten aus ihrer Tasche den Mitgliedern des gesprengten Rathes den Sold für den Rest des Jahres aus. Aristoteles berichtet kurz, dass nach der Genehmigung der Verfassungsentwürfe durch die 5000, am 14. des Monats Thargelion, der alte Rath aufgelöst worden ist und dass am 22. Thargelion der Rath der 400 sein Amt angetreten hat[1]. Dass in dem Berichte des Thukydides die Auflösung des alten und der Einzug des neuen Rathes im Buleuterion zeitlich zusammenfallen, gehört zu den Ungenauigkeiten des Gesammtberichtes, für welche der Gewährsmann des Historikers verantwortlich zu machen ist. Aber aus dem aristotelischen Bericht folgt keineswegs, dass nach der Genehmigung des Provisoriums der alte Rath ruhig aus einander gegangen und dass die Erzählung des Thukydides von der Auflösung desselben phantastisch ist. Wenn der Rath der 400 nicht gleichzeitig mit der Auflösung des alten Rathes, sondern sieben Tage später, am 22. Thargelion, die Regierung angetreten hat, so hat das seinen Grund ohne Zweifel darin gehabt, dass es am 14. Thargelion noch keinen Rath der 400 gab, der in der provisorischen Verfassung vorgesehene Rath erst noch zu bilden war; die Wahl und die Berufung der neuen Rathsherren müssen eine gewisse Frist erfordert haben. Aber warum hat man nicht den alten Rath mittlerweile die Geschäfte weiter führen lassen und statt dessen ein siebentägiges Interregnum[2] geschaffen? Der Grund kann kaum anderswo gelegen haben als darin, dass die Oligarchen dem in der Demokratie erloosten Rath nicht trauten und besorgten, der Rath würde seine Autorität dazu anwenden, die Ausführung der gefassten

[1] Thuk. VIII 69, πολ. Ἀθ. c. 32.

[2] Wie es während des Interregnums gewesen ist, wissen wir nicht. Vielleicht könnte man hierher die fünf πρόεδροι des Thukydides ziehen, als Vertreter der souveränen Gemeinde der 5000. Eine Art von Regierung muss in den sieben Tagen doch existirt haben. Dass diesen Proedren die directe oder indirecte Wahl der 400 übertragen und also die in dem Verfassungsentwurf enthaltene Bestimmung umgestossen worden sei, möchte ich deswegen nicht annehmen; für eine derartige nachträgliche Änderung scheint mir das Vorgehen der Oligarchen zu wohl bedacht und zu consequent.

1895.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen (i. V.).

1. Hr. Virchow hielt einen Vortrag 'über die culturgeschichtliche Stellung des alten Kaukasus, unter besonderer Berücksichtigung der ornamentirten Bronzegürtel aus transkaukasischen Gräbern'.

Der Aufsatz wird in den Abhandlungen erscheinen.

2. Hr. Kirchhoff überreichte eine Mittheilung des Dr. Friedr. Freih. Hiller von Gärtringen 'über eine neue Inschrift von Nisyros'.

3. Hr. Diels legte vor 'Beiträge zur Geschichte der griechischen Lexikographen' von Dr. G. Wentzel in Göttingen.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

4. Hr. Tobler überreichte im Auftrag des Verfassers, des correspondirenden Mitgliedes der Akademie, Hrn. Gaston Paris, die Schrift La poésie du moyen age, Leçons et lectures. 2. série (Paris 1895).

5. Hr. Conze überreichte zwei neue Publicationen des Kaiserlich Deutschen archaeologischen Instituts, 1. 'Etruskische Spiegel' Bd. 5 Heft. 12 und 13; und 2. 'Antike Denkmäler' Bd. 2 Heft 2.

6. Der Vorsitzende legte vor das von dem Verfasser eingesendete Werk Histoire économique de la propriété, des salaires des dentrées et de tous les prix en général depuis l'an 1200 jusqu'en l'an 1800. Par le Vicomte G. d'Avenel. 2 Bände. Paris 1894.

Eine neue Inschrift von Nisyros.

Von Dr. Fr. Hiller von Gärtringen.

(Vorgelegt von Hrn. Kirchhoff.)

Bei einem Besuche der Insel Nisyros zeigte man mir an einem Orte, wo ich dergleichen am wenigsten gesucht hätte, im Schweinestalle eines griechischen Hauses mit der Vorderseite nach dem Innern vermauert eine grosse Basis aus weissem Marmor, 0.77 lang, 0.56½ hoch, 0.57½ tief. Die Fläche ist ganz mit grossen, etwas unregelmässigen und plumpen Buchstaben bedeckt (etwa 0.02 hoch, Z. 15 nur 0.015), die aber vielfach sehr durch die rohe Behandlung des Steines und zuletzt durch die Feuchtigkeit der Luft gelitten haben. Die Lesung am Steine bei Lampen- und Kerzenlicht war schwierig; einiges ist bei näherem Studium des Abklatsches hinzugekommen. Die Lesung und Erklärung, die ich im Folgenden gebe, wird vielleicht in manchen Punkten noch Ergänzungen und Correcturen bedürfen; doch wird das allgemeine Interesse, das die Inschrift beanspruchen darf, diese vorläufigen am Fundort selbst niedergeschriebenen Bemerkungen rechtfertigen.

////////////////////////Σ//////////////Ο

ΜΑΓΝΩΜΑΓ//////Λ/////ΠΑΠΠΟΥ Α Ι Σ

ΙΤΙΜΩΚΑΙΑΥΤ///////////////////Υ ‾ Γ Ρ//////ΥΠΑΙ

ΙΙ/////ΑΣΙ Ϲ Ϲ Ν////Ο//ΑΣ

Λ/ ΣΘΕΙ ΕΥΣ ⁝Ι////////////////////Λ////Γ ΩΝ :////////////Ͻ

//////ΡΛΣ ΚΑ//‾ΙΜ/////////////////////////////ΤΟΥΠΛΠΠΟ

ΤΡΑΤΑΓΗΣΑΝΤΟΣΕΙ///////Ι/////////ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΟ

///ΝΚΡΗΤΙΚΟΝΕΙΙΙΑΣ//////////////////ΣΚ/ ΙΤΙΚΑΟΕΝΤ

ΠΟΤΟΥΔΑΜΟΥΕΠ/ ΙΝΩ//Ι//Υ∠ΕΩΙΣΤΕΦΑΝ

ϽΟΕΔΡΙΑΙΕΝΤΟΙΣΑΓΩΣΙΟΥΣΤΙΘΕΝΤΙΝΙΣΥΡ

///////ΡΑΤΕΥΣΑΜΕΝΟΥ ‹ΑΤΑΠΟΛΕΜΟΝ

/////ΝΑΥΑΡΧΩΝΚΛΕΩΝΑΙΟΥΑΚΕΣΙΜΒΡΟΤΟ

ΕΥΔΑΜΟΥ ΠΟΣΕΙΔΑΜ ΑΡΓΕΙΩ

ΚΑΙΑΡΕΙ ΧΑΡ⁝ΣΤΗΡΙΟΝ

////‾ΠΙΧΑΡΜΟΣ ΣΟΛΕΥΣ ΕΠΟΙΗΣΕ

Z. 1–6 ist sehr zerstört. Z. 1 enthielt den Namen des Geehrten, 2–5 die Namen der Weihenden; soweit wir sehen, sind dies Enkel und Enkelinnen. Z. 2. 3 -*μα Γνωμαγ[όρ]α [το]ῦ πάππου Ἀ[ρ]ισ[τ--* | *κα]ὶ Τιμὼ καὶ Αὐτ..... ὑ[πὲ]ρ [το]ῦ πά[ππου]*. Z. 4. 6 ..... *ασιφ[ῶ]ν* [----- *ὁ δεῖνα*] | *Λ[α]σθένευς* [----|...*ό]ρας κα[ὶ Τ]ίμ[ων*(?) *ὑπὲρ] τοῦ πάππο[υ]* |

Z. 7 ff. enthält nunmehr den *cursus honorum* des Geehrten, Weihung und Künstler:

[*σ]τραταγήσαντος ε...... κατὰ πόλεμο[ν]*
[*τὸ]ν Κρητικὸν ἐ[π]ὶ Ἀσ[......]ς κ[α]ὶ τι[μ]αθέντ[ος]*
[*ὑ]πὸ τοῦ δάμου ἐπ[α]ίνω[ι χρ]υσέωι στεφάν[ωι]*
[*πρ]οεδρίαι ἐν τοῖς ἀγῶσι οὓς τίθεντι Νισύρ[ιοι]*
[*καὶ στ]ρατευσαμένου [κ]ατὰ πόλεμον*
[*μετὰ] ναυάρχων Κλεωναίου Ἀκεσιμβρότο[υ]*
Εὐδάμου Ποσειδᾶνι Ἀργείωι
καὶ Ἄρεϊ χαριστήριον.
[*Ἐ]πίχαρμος Σολεὺς ἐποίησε.*

Die Namen der Dedicanten lassen sich nicht mehr herstellen; es sind, wie gesagt, Enkel und Enkelinnen. Z. 2 erwarten wir *ὑπὲρ* vor [*το]ῦ πάππου*, doch mangelt der Raum, um auch noch dieses Wort einzuschieben. Der Name Gnomagoras ist specifisch nisyrisch; bisher findet er sich nur in der Inschrift Athen. Mitth. XV 1890, 134.

Ob dem leider namenlosen Helden bei Lebzeiten oder nach dem Tode diese Ehrung seitens seiner zahlreichen Nachkommenschaft widerfahren ist, kann zunächst fraglich sein. Betrachten wir die Ehren und die Thaten des Mannes, so empfiehlt es sich, von dem zuletzt Erwähnten auszugehen. Er kämpfte unter drei Nauarchen, anscheinend in untergeordneter, nicht besonders bezeichneter Stellung; gerade wie es von Timokrates, Sohn des Polycharmos (I. G. Ins. I 41), heisst: *στρατευσάμενον -- κατὰ πόλεμον μετὰ ναυάρχων Δαμαγόρα τοῦ Εὐφράνορος Αὐτοκράτευς τοῦ Ἀνδραγόρα* (die Ergänzungen habe ich nicht angegeben). Offenbar ist also die vornehmste Stellung zuerst genannt, die früheren Kriegsthaten in niederer Stellung nachher. Wie wir nun in der oben angeführten Inschrift dank dem Scharfsinne von Maurice Holleaux den einen Nauarchen, Damagoras, auf das Jahr (88 v. Chr.) datiren konnten, so verstattet ein seltener Glücksfall das gleiche bei allen drei Nauarchen unserer Inschrift. Alle drei nämlich sind uns aus Polybios wohl bekannt.

1. Kleonaios wurde im Jahre 201 v. Chr. von Theophiliskos, dem rhodischen Nauarchen, der einen Tag nach der Seeschlacht bei Chios gegen Philipp V. von Makedonien seinen Wunden erlegen war, zum Nachfolger ernannt. Der Geehrte hat also diese Schlacht noch nicht

mitgemacht, trat aber wahrscheinlich bald nachher, noch in demselben Amtsjahre, ein — falls nicht Kleonaios mehrere Male Nauarch war. Polyb. XVI 9.

2. Akesimbrotos war im Jahre 197 Nauarch und vertrat als solcher vor Titus Quinctius Flamininus die Forderungen der Rhodier an Philipp. Polyb. XVIII 1. 2.

3. Eudamos wird im Kriege gegen Antiochos den Grossen (ao. 190) genannt, zusammen mit Pamphilidas, der Polyb. XXI 7, 5 als Nauarch erscheint. Jedenfalls war er damals einer der Führer der rhodischen Flotte; ob er gerade in diesem Jahre Nauarch war, mag dahingestellt bleiben. Polyb. XXI 10, 5.

Wenn also der Geehrte im Laufe des Jahres 201 vielleicht bei Gelegenheit der Aushebungen, die in Folge der ruhmvollen, aber verlustreichen Seeschlacht bei Chios stattfanden, in den Flottendienst eintrat, so mag er um 220 geboren sein, vielleicht auch zwei bis drei Jahre später. Seine Strategie wird demnach in die Zeit nach 190 fallen. Leider lassen sich die Zeilen 7. 8 nicht mit Sicherheit herstellen. Angesichts der Reste wage ich nicht, hinter *στραταγή-σαντος* etwas wie *ἐ[ν ναυσὶ]* zu ergänzen. Z. 8 wird den Nauarchen enthalten haben. Da trifft es sich nun sonderbar, dass die Rhodier um die Zeit des kretischen Krieges im Jahre 153 einen Nauarchen Astymedes als Gesandten nach Rom schickten. Polyb. XXXIII 15. Ich wage nicht, die Ergänzung *ἐ[π]ὶ Ἀσ[τυμήδευ]ς* direct in den Text zu setzen, weil der Raum etwas knapp ist, doch unmöglich ist sie keineswegs; den Buchstaben ΤΥΜΗΔΕΥ dieser Zeile würden die sicher ergänzten oder noch vorhandenen ΑΙΝΩΙΧΡ, also ebenso viel, entsprechen. Also kann man wohl die Vermuthung als solche gelten lassen. Der kretische Krieg wird schwerlich ein anderer sein. Wir haben aus dieser Zeit mehrere Namen rhodischer Führer zur Verfügung, sogar einen Strategen Aristokrates, von dem Polybios XXXIII 4 sagt: *ὅτι Ἀριστοκράτης ὁ τῶν Ῥοδίων στρατηγὸς ἦν μὲν κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν ἀξιωματικὸς καὶ καταπληκτικός, διόπερ ἐκ πάντων τούτων ὑπέλαβον οἱ Ῥόδιοι τελέως ἀξιόχρεων ἡγεμόνα καὶ προστάτην ἔχειν τοῦ πολέμου. διεψεύσθησαν μέντοι γε τῶν ἐλπίδων· ἐλθὼν γὰρ εἰς τὰς πράξεις ὥσπερ εἰς πῦρ, καθάπερ τὰ κίβδηλα τῶν νομισμάτων, ἀλλοῖος ἐφάνη. τοῦτο δὲ ἐγένετο δῆλον ἐπ' αὐτῶν τῶν ἔργων* — über welche nichts besonders Erfreuliches c. 17 berichtet wird. Aber das ist mehr allgemeines Raisonnement des gern nörgelnden Polybios als wirkliche Thatsachen. Ein Enkel des Geehrten heisst nun zufällig Ἀ[ρ]ισ[τ-- Doch es wäre müssig, hierauf etwas zu geben. Ich wollte nur nicht unterlassen, diese Möglichkeit als solche zu erwähnen, dass es sich in unserer Inschrift um diesen Aristokrates handeln kann.

Wenn um 220 geboren, wäre der Stratege vom Jahre 153 (rund) schon hoch in den Sechzigern gewesen; das Minimum wäre etwa 62–63 Jahre. Gesetzt, dies träfe zu, und die Statue wäre noch bei Lebzeiten gesetzt, so würde man mit der Zeit derselben im äussersten Falle bis in die dreissiger Jahre des 2. Jahrhunderts hinabgehen dürfen. Also setzen wir als plausible Zeitgrenze nach unten etwa das Jahr 140 an. Denn man darf bei solchen ungefähren Bestimmungen nicht mit Makrobiern rechnen.

Andererseits haben wir freilich auch Gründe, die uns rathen, möglichst tief in der Datirung herabzugehen. Ich rede nicht von der Schrift, da wir die Entwickelung der Palaeographie von Nisyros nur insofern kennen, dass wir sagen dürfen: sie ging hier andere Wege als in Rhodos. Aber wir kennen den Künstler, Epicharmos von Soloi. Ich verweise für die Einzelheiten auf die Untersuchungen von M. Holleaux in der Revue de philologie XVII, denen sich meine Ausführungen im Jahrbuch des archaeologischen Instituts IX anschliessen. Daraus ist als sicheres Resultat zu entnehmen, dass Epicharmos in Rhodos und Lindos noch gleichzeitig mit Plutarchos, Sohn des Heliodoros von Rhodos, gearbeitet hat, von dem wir ein datirtes Werk aus den Jahren 82–74 v. Chr. besitzen, d. h., dass seine Thätigkeit aller Wahrscheinlichkeit nach noch in's 1. Jahrhundert hinabreicht. Epicharmos hat dort stets die Bezeichnung ὧι ἁ ἐπιδαμία δέδοται, die als specifisch rhodisch in Nisyros wegfallen mochte. Er nennt sich aber, was wichtiger ist, dort immer mit seinem Sohne, der das rhodische Bürgerrecht erhalten hat, zusammen. Da hier der Sohn fehlt, wird man schliessen, dass derselbe noch nicht zum Künstler herangereift war.

Der geehrte Stratege, wie der Künstler haben Beide offenbar ein hohes Alter erreicht; den Greis wird der Jüngling durch sein Kunstwerk verherrlicht haben. Jedenfalls aber wird Epicharmos der Vater einer der ältesten jener Künstlergruppe gewesen sein, die im Anfange des 1. Jahrhunderts und früher in Rhodos und dem rhodischen Culturkreise thätig waren.

Über die Ehren, mit denen die Nisyrier den aus ihrer Mitte hervorgegangenen Strategen gefeiert haben, verliere ich keine Worte; sie haben in den Basen von Lindos zahlreiche Analogien. Wichtig aber ist, dass Nisyros hier ganz im Bereiche des rhodischen Reiches erscheint. Ich verweise im Allgemeinen auf die Analogie des Nikagoras, eines rhodischen Strategen aus dem Gebiete von Lindos (doch vielleicht erst durch Adoption und von Hause aus Karpathier), der von den Karpathiern geehrt wird (Arch.-epigr. Mitth. aus Oesterr. XVI). Die rhodischen Nauarchen und Strategen sind die Nauarchen und Strategen der Lindier. Damit gewinnt auch der vielbehandelte Brief

Philippos' V. an die Nisyrier, ein schönes Denkmal, das leider jetzt verschollen ist, aber zum Glück von dem trefflichen Localgelehrten von Nisyros, Johannes Logothetis, in einer die Ross'sche Abschrift in Vielem verbessernden Copie erhalten ist, eine eigene Beleuchtung: es war ein Schachzug gegen Rhodos. Im Übrigen lässt sich die staatsrechtliche Stellung von Nisyros zu Rhodos noch nicht sicher definiren; jedenfalls stand Nisyros anders zu Rhodos als Lindos Ialysos Kamiros, da es eine eigene *βουλά* besass.

Endlich ist der Gewinn für die Religionsgeschichte nicht zu vergessen, den uns die neue Inschrift zu allem Anderen bringt: Poseidon Argeios und Ares in Nisyros waren uns bisher (Poseidon ohne Beiname: Strabo X 5, 16) nicht bekannt. Poseidon aber, dessen Wurf die Insel ihren Ursprung verdankt, ist hier sehr erklärlich; das Beiwort *Ἀργεῖος* erinnert an die epidaurische, also argolische Heimath der dorischen Colonisten und tritt als Ergänzung zu dem Namen der zweiten Stadt auf Nisyros, dem von L. Ross nachgewiesenen Argos (Steph. Byz. s. v. *Ἄργος*, Ross, Inselreisen II 79).

Beiträge zur Geschichte der griechischen Lexikographen.

Von Dr. Georg Wentzel
in Göttingen.

(Vorgelegt von Hrn. Diels.)

Im Folgenden übergebe ich die Resultate und den Gang der Untersuchung meiner von der Königlichen Akademie der Wissenschaften am 28. Juni v. J. gekrönten Arbeit über die Quellen des Suidas der Öffentlichkeit, soweit sie dessen lexikalische Artikel betrifft, in gedrängter Kürze, ohne jedes Beweismaterial. Der unermüdlichen Hülfsbereitschaft Richard Reitzenstein's verdanke ich die Kenntniss des handschriftlichen Apparates des Kyrill-Glossares und des echten Etymologicum Magnum. Die Collationen der Handschriften des Bachmann'schen Lexikons hat mir die Güte Karl Boysen's zur Verfügung gestellt[1].

Will man das Verhältniss des Suidas (S) zum Lexikon des Photios (P) feststellen, so muss man beide Lexika unter einander und mit ihren Quellen vergleichen. Eine Hauptquelle des P ist die *Συναγωγὴ λέξεων χρησίμων* (*Σ*), das sogenannte Bachmann'sche Lexikon, erhalten durch die Coisliniani 347 (A) und 345 (B). Beide Handschriften enthalten ausser dem von den ersten Händen geschriebenen Texte der *Σ* von späteren Händen Zusätze, meist am Rande, die mit der *Σ* nichts zu thun haben. Der alte, echte Bestand der *Σ* ist in A vollständiger und reiner erhalten, als in B. In B fehlen viele Glossen ganz, andere stehen dort nur in gekürzter Form. Nur selten fehlen in A echte *Σ*-Glossen von B, meist ganz kleine Artikel oder blosse Lemmata ohne

[1] Ich stelle hier die im Folgenden zur Anwendung kommenden Siglen zusammen:

Ae D = Aelius Dionysius
E = Etymologicum genuinum
G = Etymologicum magnum ed. Gaisford
H = Hesychios
K = Kyrillos
  C = Coislin. 394
  Va = Vallicell. E 11
P = Photios
Paus = Pausanias
S = Suidas
ρ = λεξικὸν ῥητορικὸν im Etymologicum
Σ = Συναγωγὴ λέξεων χρησίμων (Bachmann-sches Lexikon)
  A = Coisl. 347
  B = Coisl. 345
V = Fünftes Bekker'sches Lexikon

Erklärung. Dagegen ist A frei von den umfangreichen Interpolationen, die die *Σ* in B erfahren hat. Diese bestehen 1. aus den werthvollen atticistischen, rhetorischen und platonischen Glossen, die im Buchstaben *A* eingeschoben sind, 2. in den späteren Buchstaben aus zahlreichen atticistischen Glossen, die als solche theils durch den Inhalt, theils durch die citirten oder wenigstens glossirten Autoren (Aischylos, Aristophanes, *οἱ ἄλλοι Ἀττικοί*, Demosthenes, Euripides, Herodot, Menander, Pherekrates, Platon, Sophokles, Telekleides, Thukydides), als Interpolationen durch häufige Störung der alphabetischen Ordnung, besonders am Schlusse des *Π*, *Φ*, *X* kenntlich sind. Mit der atticistischen Interpolation ist in B verbunden am Schlusse des *Π* eine Glosse aus dem Dionysios-Glossar (*ἐκ τοῦ ἁγίου Διονυσίου*), am Schlusse des *X* eine aus den *λέξεις τῆς ὀκτατεύχου*: jenes ist in A, diese sind auch in B zusammen mit der *Σ* überliefert, so dass die Herkunft dieser beiden Zusätze deutlich wird.

Den Grundstock der alten, echten *Σ* bildet ein Kyrill-Glossar (K). Dessen älteste Handschriften, der Vallicellianus E 11 (Va), dem die von Hesych (H) in seinem Lexikon verarbeitete Handschrift verwandt war, und der Coislinianus 394 (C), vertreten zwei ganz verschiedene Recensionen desselben Glossares. Das ursprüngliche K-Glossar erscheint in C stark gekürzt. Etwa 5/8 der Glossen von C kehren in Va wieder, der Rest von C besteht zum grossen Theil in Zusätzen aus anderen Quellen. In den gemeinsamen Glossen zeigen Va und C die bei Lexicis gewöhnlichen Varietäten der Überlieferung. Vielfach stimmen sie wörtlich, oft hat der eine (meist Va) mehr als der andere, nicht selten geben sie die gleiche Glosse zu demselben Lemma, dieses aber und nach ihm auch die Erklärung verschieden in Casus, Numerus, Person oder sonstiger Flexionsform. Das K-Glossar ist ein erklärendes Glossar zu den Schriften des Kyrillos von Alexandreia, zusammengesetzt aus mehreren Quellen, aus Glossaren zu Homer (D-Scholien), Euripides, zur Bibel (Stephanos) u. s. w. Fast drei Viertel der Glossen der *Σ* kehren im K wieder, entweder in Va(H) und C oder in einem von beiden. Hat die *Σ* eine Glosse mit beiden Handschriften gemeinsam, so stimmt sie meist mit einer wörtlich überein; auch wenn eine Glosse der *Σ* nur in einem von beiden Codices steht, ist wörtliche Übereinstimmung das Gewöhnliche, im anderen Falle hat bald die *Σ*, bald K ein kleines Plus. Bisweilen hat die *Σ* zwei oder mehrere K-Glossen in eine zusammengezogen. Der umgekehrte Fall, dass zwei Glossen der *Σ* in Va oder C zusammengezogen erscheinen, ist höchst selten. Selten auch geben K und *Σ* eine an sich vollkommen identische Glosse in verschiedenen Flexionsformen der Lemmata. Die Übereinstimmung der *Σ* mit K erstreckt sich auf alle Quellen des K. Die *Σ* giebt aber

den K nicht rein wieder, sondern mit Erweiterungen aus anderen Quellen. Hierher gehören die zahlreichen Glossen zu Arrian, Cassius Dio und Hierokles; ferner die Glossen zu den Rednern (Aischines, Demosthenes, Hypereides, Isaios, Isokrates, Lykurg), die durch besonderen Reichthum an Citaten hervorstechende Platonglosse *παιδικά*, einige andere platonische Glossen, Homerglossen, in denen ausser dem Dichter selbst Apion und Heliodor, Aristarch, Bakchylides citirt werden, Glossen zu Thukydides, Xenophon, Aristoteles, ganz vereinzelte Citate rein erklärender, nicht atticistischer Art aus Komikern oder den *Ἀττικοί*, Glossen zu Aelian, Drakon, Eunomios, Gregor von Nazianz, Ioannes Chrysostomos, Kephalion, Lukian, Nikander, vielleicht auch einige Herodot- und Euripides-Glossen, die K nicht kennt. Das sind alles Schriftsteller, die in frühbyzantinischer Zeit Jedermann zugänglich waren. Selbstverständlich kennt K weder die atticistische Interpolation der Σ in B noch die Zusätze späterer Hände in A und B. Die Geschichte der Σ, ihre Entstehung aus dem seinerseits schon aus mehreren Glossaren zusammengearbeiteten K, ihre Entwickelung, wie sich ein neues Element nach dem anderen ankrystallisirt, bis unsere Handschriften mit den Interpolationen im Texte und den Zusätzen jüngerer Hände auf den Rändern uns vorliegen — alles das ist für das allmähliche Werden und Wachsen der griechischen Lexika typisch.

Im P steckt nicht K, sondern die Σ. Die auffallende Übereinstimmung von P und S in den Lesarten gegenüber B, ein Hauptargument für die Abhängigkeit des S von P, solange nur B bekannt war, erklärt sich jetzt durch A auf andere Weise. In zahlreichen richtigen Lesarten gehen PS zusammen mit A gegen B oder mit B gegen A, d. h. sie kennen die Schreibfehler beider Handschriften nicht. PS haben mehrere Corruptelen mit A gemeinsam, darunter schwerer wiegende Auslassungen. Auch mit B gehen PS in Corruptelen gegen A zusammen, auch hier mehrfach in Auslassungen. Also, wenn PS an einigen Stellen gemeinsame Corruptelen haben gegenüber der richtigen Lesart in beiden Handschriften, darf nicht auf die Abhängigkeit des S von P geschlossen werden: beide können auch in Corruptelen von einer gemeinsamen Handschrift abhängig sein. Bisweilen geht P mit einer oder mit beiden Handschriften in Corruptel zusammen, während S mit der anderen oder allein das Richtige bietet. Umgekehrt hat P, allerdings selten, allein das Rechte, wo S mit den Handschriften in Verderbniss übereinstimmt. Das Alles ist der Annahme, P sei von S benutzt, nicht günstig, nöthigt aber auch zu dem Schlusse, dass durchcorrigirte Exemplare der Σ bestanden haben müssen, wenigstens von der PS eigenthümlichen Fassung. Haben sich doch sogar Varianten der K-Codices in den Σ-Handschriften fortgepflanzt. A ent

hält in der That Stellen, wo aus der Lesart von B eine neue Lesart durch Correctur hergestellt ist.

Wichtiger und entscheidender sind der Bestand der Glossen in P und S und das Verhältniss des S zu den einzelnen Quellen des P. Der Galeanus giebt, soweit er überhaupt erhalten ist, den P in annähernder Vollständigkeit; natürlich sind vereinzelte Glossen ausgefallen, andere verkürzt, eine durchgehende Epitomirung aber hat nicht stattgefunden. Nun hat S das Gros der Σ, viele Tausende von Glossen, mit P gemein; er hat nur etwa 90 Σ-Glossen (die wenigen auf die Σ mit Hülfe des K zurückzuführenden Glossen eingerechnet) aufgenommen, die bei P fehlen, P hat nur etwa 120 Glossen, die bei S fehlen; beide lassen gemeinsam gegen 60 Glossen weg. D. h. PS geben beide die Σ annähernd vollständig wieder. Die 83 Glossen der atticistischen Interpolation hat P fast alle, aber, da er öfters ausführlicher ist als B, nicht aus der Σ, sondern aus seinen atticistischen Quellen, die auch der Interpolator benutzt. S hat von diesen 83 Glossen nur 7, sicher auch aus den Atticisten, so dass schon hier eine Differenz in der Behandlung der Quellen des P zu Tage tritt. Nun muss S, wenn er den P benutzt hat, im Stande gewesen sein, die Glossen der Σ von denen der anderen Quellen zu scheiden. Lange Tabellen, die sich auf Tausende von P-Glossen erstrecken, lehren, dass S die von P in längere Σ-Reihen aus anderen Quellen einzeln, oft unter Störung der alphabetischen Ordnung eingelegten Glossen nicht hat, dagegen oft, wenn P in längere Reihen anderer Glossen vereinzelte Σ-Glossen einschiebt, nur diese letzteren kennt. Folglich kann nicht P selbst die unmittelbare Vorlage des S gewesen sein.

Auch die Epitome des Harpokration (Harp) geben PS Beide ziemlich vollständig wieder. Von etwa 660 Glossen stehen bei S 17 Glossen, die P nicht kennt, bei P 27 Glossen, die S nicht kennt, bei Beiden fehlen 11 Glossen, den Rest haben sie gemeinsam.

Das Platonglossar des Timaios und das vierte Bekker'sche Lexikon, die *Δικῶν ὀνόματα* (Δ O), haben weder P noch S vollständig aufgenommen, aber Beide folgen einer annähernd gleichen Auswahl. Von 244 Timaios-Artikeln haben sie 99 mit einander gemeinsam, 6 hat S, 18 P allein, 121 Glossen lassen Beide aus. Von den Δ O haben Beide nur 15 Glossen gemeinsam, S allein hat noch weitere vier Glossen.

Ganz aus einander gehen PS gegenüber dem fünften Bekker'schen Lexikon (V). Von dessen zahlreichen Glossen stehen nur 90 bei Beiden gemeinsam, die Mehrzahl davon bei S genau in der Redaction des P, einige aber erheblich ausführlicher als bei P; S allein hat aus V 60 Glossen, P allein nicht weniger als 239 Glossen.

Noch grösser ist die Differenz Beider gegenüber den Atticisten. Von den Glossen, deren Herkunft von Aelius Dionysius (Ae D) durch ein ausdrückliches Citat (meist bei Eustathios) gesichert ist, haben PS 25, von Pausanias-Glossen (Paus) nur 9 mit einander gemeinsam. S hat von sicheren Paus- oder Ae D-Glossen keine einzige allein, P dagegen von Ae D 58, von Paus 30 Fragmente, die S nicht hat. Dazu kommen 9 PS gemeinsame Glossen, die Eustathios aus einem seiner λεξικὰ ῥητορικά citirt, ohne anzugeben, ob das des Ae D oder das des Paus gemeint ist (sein anonymes Lexikon kommt nicht in Betracht). Von den atticistischen Glossen des P, denen eine namentliche Anführung nicht zur Seite steht, kehren bei S nur wenig über 880 wieder: kaum ein Drittel der Gesammtmasse. S hat etwa 35 Glossen dieser Art, die P nicht kennt, und 32 in ausführlicherer Fassung als dieser. Bei zwei Kategorien atticistischer Glossen verschiebt sich das Verhältniss ein wenig. An atticistischen Thukydides-Glossen (aus Ae D) haben PS 72 gemein, P allein nur 30. Von sicheren Paus-Paroemien haben PS 115 gemeinsam, dazu kommen 24 weitere, die P zwar sicher aus Paus hat, bei denen aber die Möglichkeit nicht ganz abzuweisen ist, dass S seine Glosse seiner paroemiographischen Quelle verdankt. Von 19 PS gemeinsamen Paroemien lässt sich nicht sagen, ob sie auf Paus oder auf Ae D zurückzuführen sind. Die etwa 15 paroemiographischen Glossen des P, die dem Ae D gehören, kehren bei S alle wieder. Glossen des S, die P nicht hätte, lassen sich bei diesen beiden Kategorien nicht feststellen, da S unabhängig von P die Thukydides-Scholien und eine paroemiographische Quelle benutzt hat. Dadurch wird auch erklärlich, dass sich bei S gerade von diesen Kategorien mehr Glossen finden, als von den übrigen atticistischen. Das Gesammtbild stellt sich beispielsweise für den Buchstaben *O* so: PS haben 80 atticistische Glossen gemeinsam, wovon 3 bei S vollständiger sind als bei P; S hat 3 atticistische Glossen allein, P aber 259, die S nicht kennt. Das ist das Verhältniss in der ersten Hälfte des P (bis *O* einschliesslich); vom *Π* ab wird der Überschuss des P über S beträchtlich geringer, und zwar nicht nur bei den atticistischen, sondern auch bei den rhetorischen und den Boethos-Glossen.

Von diesen, d. i. von den Platonglossen, die weder aus Timaios noch aus den Atticisten stammen, haben PS 81 gemeinsam, darunter S 5 ausführlicher als P; S hat von Glossen dieser Art 2 allein, P dagegen 68.

Endlich haben PS 9 Glossen aus Apollonius Sophista genau in der gleichen Fassung und vier Scholien zu Pindar's Isthmien mit einander gemeinsam.

Die Beobachtung, dass S bei einigen Quellen des P genau dessen Auswahl befolgt, andere dagegen ganz abweichend von P behandelt, lehrt zweierlei: 1. dass S nicht den P selbst ausschreibt, 2. dass Beide aber nicht unabhängig von einander dieselben Quellen ausschreiben, sondern dass irgend ein näherer Zusammenhang zwischen ihnen obwalten muss. PS benutzen gemeinsam nur ein Buch, eine Bearbeitung der Σ, in der diese aus verschiedenen Quellen erweitert worden war, und zwar aus 1. Harpokration, 2. aus AeD und Paus, 3. aus Boethos, 4. aus Timaios, 5. aus den ΔO, 6. aus V, 7. aus Apollonius Sophista. Der Verfasser dieser erweiterten Σ hat in Wahrheit nur 3 Bücher in die Hand genommen: 1. die Epitome des Harp, 2. einen Codex, ähnlich dem von P in seiner Bibliothek (cod. 151–154) aufgeführten Atticistencodex, denn dieser enthielt AeD, Paus und Boethos, 3. einen dem Coislin. 345 ähnlichen Codex, denn jener enthält die ΔO, V, Timaios, Apoll. Soph. und die Σ. Die vier vereinzelten Scholien zu Pindar sind vielleicht erst als Randbemerkungen eines Benutzers der erweiterten Σ in deren Handschriften eingedrungen. Die erweiterte Σ hat den Titel *Συναγωγή* behalten. S nennt ihn s. v. *τολύπευμα*. P hat sie seinem Lexikon zu Grunde gelegt, aber in ausgiebigster Weise Glossen aus anderen Quellen hinzugefügt, in erster Linie aus seinem Atticistencodex, der ihm AeD, Paus und Boethos lieferte, sodann aus einem seiner Rednerlexika (bibl. cod. 146–150), nur ganz vereinzelt aus Diogenian und Cassius Longinus. Seine Arbeitsweise lässt sich durch das ganze Buch verfolgen. Grosse Reihen aus seinen Zusatzquellen, namentlich aus den Atticisten, hat er, oft unter Störung der alphabetischen Ordnung, eingeschoben. Doppelglossen, ja Doppelreihen, von denen S immer nur die eine, mit Glossen aus der Σ durchsetzte, kennt, treten bei ihm auf: man vergleiche das Ε, den Schluss des Ξ, den Anfang des Ρ. Doch ist P, wie viele Lexikographen, in dem Zusammenarbeiten der verschiedenen Quellen allmählich erlahmt: vom Π an werden die Zusätze zur erweiterten Σ immer spärlicher.

Das fünfte Bekker'sche Lexikon, die *Λέξεις ῥητορικαί* des Coislin. 345 (V), sind in dem Zustande, in dem sie in dieser Handschrift vorliegen, keine Einheit. Das Lexikon verdient seinen Titel in dem Sinne eines Glossars zu den 10 Rednern. Jetzt sind seine innerhalb der einzelnen Buchstaben meist nicht mehr alphabetisch geordneten Glossen öfters (besonders im Α, Β, Γ, Ζ, Ω) interpolirt durch streng alphabetische Glossenreihen, die sich mit Hesych (H) decken, nur bisweilen ausführlicher sind als dieser. Sie sind aber nicht aus Diogenian entnommen, sondern aus H, denn sie enthalten K-Glossen, sogar zur Bibel. Die im Marcianus vorliegende Fassung des H hat also

auch schon ihre Geschichte. Auch aus der in demselben Codex überlieferten *Σ* sind in V Glossen eingeschaltet. Der nach Abzug dieser späten Zusätze verbleibende Rest echter Rednerglossen ist aus zwei Büchern zusammengearbeitet: 1. aus einem Lexikon, das die zehn Redner wirklich erklären will, und zwar meist die sachlichen Schwierigkeiten (V^1), 2. aus einem stilistischen Lexikon, das den Sprachgebrauch der zehn Redner ohne eigentlich exegetische Absichten feststellen will (V^2). V^1 stammt der Hauptsache nach aus einem nach sachlichen Gesichtspunkten geordneten Buche über attische Alterthümer, einem attischen Onomastikon. An zahlreichen Glossen in V leuchtet die ursprüngliche, sachliche Anordnung dieser onomastischen Quelle durch, viele Glossen tragen auch in sich ausgesprochen onomastischen, nicht lexikalischen Charakter. Der Verfasser von V^1 hat bisweilen (*A*, *Є*, *H*, *Θ*, *I*) versucht, die onomastische Quelle alphabetisch zu redigiren, es ist aber bei unvollkommenen Versuchen geblieben. Das Onomastikon aber ist benutzt auch von Pollux, von Harp und im Lexicon Cantabrigense. Es war eine Quellenschrift ersten Ranges, eine Compilation aus den allerbesten Gewährsmännern: Aristoteles, Theophrast, Eratosthenes, Demetrios von Phaleron, Caecilius, Theopomp, Ephoros, den Atthidographen (durch Vermittelung des Istros), bisweilen aus den Rednern selbst und aus vereinzelten antiquarischen Specialschriften. In V^1 wie im Harp ist das Onomastikon durch Hinzufügung sprachlich-exegetischer Glossen der Rednererklärung dienstbar gemacht; auf diese exegetischen Artikel erstreckt sich die Übereinstimmung zwischen V und Harp nicht. V^2, das Lexikon vom Sprachgebrauche der zehn Redner, tritt meist gegen Ende der Buchstaben auf in Glossengruppen, die sich durch Inhalt und feststehende Formeln (*παρὰ τοῖς ῥήτορσι τέτακται, κέχρηνται οἱ ῥήτορες* und dergl.) von den anderen Glossen abheben. MOR. SCHMIDT, der dies sah, hat aber den Antheil dieses Lexikons falsch abgegrenzt und ebenso falsch den nur in V^1 benutzten Caecilius für den Verfasser von V^2 erklärt. Zusammenhängende Stücke von V^2 stehen allerdings vielfach zusammen, aber der Verfasser von V hat häufig in ein grösseres Stück von V^1 vereinzelte Glossen aus V^2 gesetzt und umgekehrt. V^2 war, wie die Parallelüberlieferung bei S und im Et. M. zeigt, einst sehr reich an Citaten: im Coislin. 345 sind fast alle verschwunden.

Die *Δ O*, die man mit SCHMIDT's falschem Caecilius irrig identificirt hat, sind ursprünglich das gewesen, was der Name besagt, ein Verzeichniss gerichtlicher *ὀνόματα*, ganz unabhängig von V. Aber im Coislin. ist der ursprüngliche Bestand aus beiden Theilen von V erweitert worden. Die einzelnen Reihen von Zusätzen (die meist keine *ὀνόματα δικαστικὰ* sind, sondern Redner-*λέξεις* angehen) und ursprüng-

lichem Bestande sondern sich leicht, besonders deutlich im *A* und **Δ**. Ohne die Erweiterungen sind die *Δ O* benutzt worden in der erweiterten *Σ*, mit den Interpolationen aus V von Gregor von Korinth in seinen Scholien zum Hermogenes.

V in der im Coislin. vorliegenden Zusammenarbeitung beider Quellen, aber noch ohne die Interpolationen aus Hesych und in einem besseren Exemplare als dem Coislin. 345, ist benutzt von dem Verfasser der erweiterten *Σ*.

Die Glossen von V, die S über P hinaus oder wesentlich vollständiger hat als dieser, stammen fast alle aus V^2. S hat V^2 selbstständig neben der erweiterten *Σ* benutzt, wie mehrere Doppelglossen zeigen, und zwar in einer reichhaltigeren, vorzüglichen Handschrift.

Die 239 Glossen von V, die P allein hat ohne S, stammen mit einer einzigen Ausnahme aus V^1. V^1 also ist das von P neben der erweiterten *Σ* benutzte Rednerlexikon. Auch hier wird der Schluss durch Doppelglossen bestätigt. V^1 ist ferner ausgebeutet in den Platonscholien und liegt, durch einige triviale, rein exegetische Glossen erweitert, den Rednerscholien aus Patmos zu Grunde: hier ist V^1 allerdings nur bis zum *Π* einschliesslich benutzt, von den beiden Glossen aus späteren Buchstaben ist die eine, *σκορακίζονται*, Interpolation, die andere, *τηλία*, steht in V s. v. *κυβευτήριον*.

Dem lex. Sabbait. liegt irgendwie die erweiterte *Σ* zu Grunde, die Möglichkeit, dass es ein Auszug aus P ist, hat hohe Wahrscheinlichkeit. Kein Auszug aus P sind die Interpolationen im ersten Buchstaben der *Σ* in B. Ob aber diese Zusätze aus der erweiterten *Σ* stammen oder dieselben Quellen wie diese und P selbständig verarbeiten, entzieht sich der Entscheidung, da von P im A so gut wie nichts erhalten ist.

Die gedruckte Fassung des Etymologicum Magnum (G), gewöhnlich in Gaisford's Ausgabe benutzt, ist eine Umarbeitung und Erweiterung eines älteren Werkes, des echten *Ἐτυμολογικὸν μέγα* (E). E ist erhalten in zwei stark von einander abweichenden Handschriften, dem Vat. gr. 1818 und dem Flor. S. Marci 304. Der Vat., auch an sich reichhaltiger, hat die ursprüngliche Anordnung des Werkes bewahrt, nach der die einzelnen Buchstaben sich in zwei Theile gliedern, einen Haupttheil und Nachträge, Ergänzungen des Haupttheils zum Theil aus denselben, zum Theil aus anderen Quellen[1]. Die in G zu Grunde gelegte Handschrift von E ist oft stark gekürzt, bisweilen vollständiger und reiner als der Vat. und der Flor. In E, und in G ausschliesslich durch die Ver-

---

[1] Nur im Є sind die Nachträge wirklich Vervollständigungen derselben Glossen: der Schreiber wollte die Vorlage erst kürzen, bereute dann diesen Versuch und ergänzte, was er konnte.

mittelung von E, ist ein *λεξικὸν ῥητορικόν* betiteltes Buch (*ρ*), und zwar nur ein Buch dieser Gattung, benutzt. Es war kein Lexikon zu den zehn Rednern, sondern ein Lexikon für *ῥήτορες*, d. h. für solche, die kunstmässige, attische Prosa schreiben wollten, genau wie das Lexikon des P im Galeanus die Aufschrift hat: *λεξικὸν κατὰ στοιχεῖον· δι' ὧν ῥητόρων τε πόνοι καὶ συγγραφέων ἐξωραΐζονται μάλιστα.* Die oft mit den anderen Quellen von E contaminirten Glossen des *ρ* müssen oft herausgeschält werden, wodurch sich die meisten Einwände gegen die Identität von *ρ* und P beheben. E benutzt das *ρ* in den Buchstaben *Α*–*Θ*, in der ersten Hälfte des *Ι*, in der zweiten des *Σ*, im *Τ*–*Χ*, und zwar nur in den Haupttheilen der Buchstaben. In den Buchstaben *Κ*–*Ρ* fehlt jede Spur der Benutzung des *ρ*. Die sechs Photios-Citate in E haben weder mit dem *ρ* noch mit dem Lexikon des P irgend etwas zu schaffen: fünf davon (*κεραμεικός*, *κερασβόλος*, *κορεσθῆναι*, *ὀβολός*, *παρέμενος*) stehen in den Theilen von E, in denen das *ρ* nicht benutzt ist, und von diesen fünf Glossen stehen vier überhaupt nicht im Lexikon des P, die fünfte, *κορεσθῆναι*, wird auch schwerlich darin gestanden haben, fällt aber in eine Lücke des Galeanus. Das sechste, *ἡγητορία*, betrifft eine Glosse, deren erster Theil allerdings bei P wiederkehrt, der zweite aber nicht: die subscriptio *Φώτιος* wird sich also nur auf diesen zweiten Theil beziehen. Diese P-Citate sind die versprengten Reste anderweitiger grammatisch-lexikalischer Thätigkeit des P, die nach Ausweis der Amphilochien sich ja keineswegs auf das Lexikon beschränkt hat. Mit den Theilen, in denen der Galeanus erhalten ist, können 731 Glossen des *ρ* verglichen werden. Davon haben 720 genau die Fassung des Galeanus oder weniger als dieser: nur selten tritt ein scheinbares Plus bei E auf, es handelt sich dann entweder um Irrthümer (Dittographien, Interpolationen u. s. w.) der Handschriften von E oder um redactionelle Änderungen des Verfassers von E, ganz selten bietet E gegenüber handgreiflichen Corruptelen oder minimalen Auslassungen des 300 Jahre späteren Galeanus das Richtige. Jene 720 Glossen setzen stets die Fassung, ja meist auch die Lesung des Galeanus voraus. Diesen 720 Glossen stehen 4 Glossen gegenüber, in denen E eine vollständigere Fassung bietet als der Galeanus, und 7 Glossen, die im Galeanus fehlen, in E aber theils durch die subscriptio, theils auf Grund der Parallelüberlieferung dem *ρ* zugewiesen werden müssen. 720:11, d. h. das *ρ* und der Galeanus stehen einander unvergleichlich näher als sonst in der lexikographischen Litteratur zwei Handschriften desselben Werkes, näher z. B. als bei E der Vat., Flor. und G, oder als die einzelnen Codices des S oder die verschiedenen Handschriften des K, ja selbst näher als in der Überlieferung der *Σ* A und B. Das Entscheidende aber ist das Verhältniss

des *ρ* zu den einzelnen Quellen des P. Das *ρ* kennt alle Quellen des P, sowohl die erweiterte *Σ*, als auch die aus den Atticisten, Boethos und V[1] von P in die *Σ* eingelegten Reihen, also das eigenste Werk des P, und das Verhältniss des *ρ* zu dessen einzelnen Quellen ist genau dasselbe wie bei P. Folglich ist das *ρ* von P selbst abhängig, und es kann nur wenig in's Gewicht fallen, dass einmal in einer im *ρ* vollständigen Glosse der Galeanus die Citate weglässt und diese auch bei S (*σφαδάζειν*) fehlen, dass einmal im Galeanus eine Glosse des *ρ* (*σφηκώδεις*) in zwei zerlegt wird, während durch S die Fassung des *ρ* als die originale erwiesen wird, dass endlich in einer *Σ*-Glosse (*ἤγαλλεν*) der Galeanus genau da aufhört, wo B und S auch, während das *ρ* einen geringfügigen Zusatz hat. Zudem passt der Titel *λεξικὸν ῥητορικόν* genau auf den Titel des P im Galeanus und zur Vorrede des P. Vielleicht aber hat dem Verfasser von E nicht P im Original, sondern in einer Überarbeitung vorgelegen: wenigstens scheint er das *ρ*, da er den Namen des P damit nicht in Verbindung bringt, nur anonym gekannt zu haben. Doch kann diese Überarbeitung, von Kürzungen abgesehen, nur in einer bestimmten Art von Zusätzen bestanden haben. Selten, aber dem Anscheine nach nur in Verbindung mit Glossen des *ρ*, werden Beispiele aus späten Autoren, wie Theophylaktos Simocatta und Agathias angeführt, als stilistische Muster, als *χρήσεις*. Es hat also Jemand dem Lexikon des P, von ähnlichen Motiven geleitet wie dieser selbst, einzelne Stilmuster beigefügt, und diese Gestalt des P fand als *λεξικὸν ῥητορικόν* in E Aufnahme.

Man hat das Verhältniss verkannt, weil G, die bisher allein bekannte Fassung, so sehr viel mehr rhetorische Glossen enthält als P. Aber durch die Vergleichung von E ergiebt sich nunmehr Folgendes: zu den Quellen, aus denen der Verfasser von G das alte Etymologicum erweitert hat, gehört — neben dem sogenannten Gudianum, einem Platonglossar, Diogenian u. A. — das fünfte Bekker'sche Lexikon. Er benutzt es durch das ganze Werk, auch in den Theilen, in denen E das *ρ* nicht kennt, oft so, dass er eine Glosse von V, die er in E (aus *ρ*) fand, aus seiner Handschrift vervollständigte. G kennt V in der in Coisl. 345 vorliegenden Zusammenarbeitung von V[1] und V[2] mit den H-Interpolationen. Zwar hat G auch Diogenian (d. i. unseren Hesych) benutzt, aber nur in den ersten Buchstaben (bis *ει*), die Benutzung der H-Reihen von V reicht bis zum Schlusse des Werkes, und selbst in den Theilen, in denen Diogenian-Hesych concurrirt, lässt sich fast bei jeder Glosse entscheiden, ob sie G aus Hesych selbst oder aus V genommen hat. Die von G benutzte Handschrift von V war erheblich reichhaltiger und besser als der Coislin. 345.

Auf Schritt und Tritt zeigt sich also, wie eng alle die Lexika aus byzantinischer Zeit verkettet sind. Eines ohne die anderen kann kaum gedruckt werden. Sollen nun, wie ich für den ersten Band des Corpus lexicographorum graecorum in Aussicht genommen habe, alle Lexika zu den zehn Rednern herausgegeben werden, so muss Harp besonders gedruckt werden, und zwar sowohl die vollständige Fassung, als auch daneben die Epitome in extenso, diese in der Fassung des Parisinus 2552, in der jedoch durch typographische Hülfsmittel der Bestand der bei den späteren Lexikographen ausschliesslich benutzten Heidelberger Fassung kenntlich zu machen ist. Den Harp-Glossen sind am Rande die Verweisungen auf die Parallelüberlieferung bei Pollux, in V und im lex. Cantabr., beizudrucken. Selbständig zu drucken sind ferner das lex. Cantabr., die ΔO und V in der Fassung des Coislin. 345, zu dem für die Δ O noch der Marcianus hinzutritt, endlich das Lexikon von Patmos und — wenn nöthig — mehrere kleine späte Rednerglossare. Sodann aber sind im vollsten Umfange zu reconstruiren: 1. die *Δικῶν ὀνόματα* in ihrer ursprünglichen Gestalt. Hülfsmittel: Coisl. 345, Marc. 433, die erweiterte Σ (PS, ρ, lex. Sabb.), sechstes Bekker'sches Lexikon. 2. V[1] Hülfsmittel: Coisl. 345, G, die erweiterte Σ (PS, ρ, lex. Sabb.), sechstes Bekker'sches Lexikon, lex. Patm., Platonscholien, P, die Interpolationen in den Δ O. 3. V[2]. Hülfsmittel: Coisl. 345, die erweiterte Σ (PS, ρ, lex. Sabb.), die Interpolationen in den Δ O, S. Aus praktischen Gründen wird in jedem dieser drei reconstruirten Glossare genau alphabetische Ordnung einzuführen sein.

Für die recensio des P ergiebt sich die Nothwendigkeit, die Lücken des Galeanus mit Hülfe von E auszufüllen und — mindestens anhangsweise — das lex. Sabb. abzudrucken.

Quellen und Parallelüberlieferung aber sind überall am Rande sorgfältig und vollständig zu vermerken. Für die Prolegomena dieses Bandes sind meine Untersuchungen bestimmt, deren Absicht es ist einerseits zu zeigen, wie derartige Arbeiten anzulegen sind, andererseits, den geschichtlichen Hergang im Grossen wie im Einzelnen durch Vorführung des gesammten Materiales zu voller Anschaulichkeit zu bringen.

Ausgegeben am 30. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1895.
XXVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

30. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Weber las: Vedische Beiträge.

Die Mittheilung erscheint in einem der nächsten Berichte.

2. Hr. Mommsen und Hr. Harnack legten vor: Zu Apostelgesch. 28, 16 (*Στρατοπεδάρχης = princeps peregrinorum*).

Die Mittheilung folgt umstehend.

Zu Apostelgesch. 28, 16 (Στρατοπεδάρχης = Princeps peregrinorum).

Von Th. Mommsen und Ad. Harnack.

Rec. A: *Ὅτε δὲ εἰσήλθομεν εἰς Ῥώμην, ἐπετράπη τῷ Παύλῳ μένειν καθ' ἑαυτὸν σὺν τῷ φυλάσσοντι αὐτὸν στρατιώτῃ.*

Rec. B: *Ὅτε δὲ ἤλθομεν εἰς Ῥώμην, ὁ ἑκατόνταρχος παρέδωκε τοὺς δεσμίους τῷ στρατοπεδάρχῃ [-χῳ], τῷ δὲ Παύλῳ ἐπετράπη μένειν καθ' ἑαυτὸν (ἔξω τῆς παρεμβολῆς) σὺν τῷ φυλάσσοντι αὐτὸν στρατιώτῃ.*

Rec. B (vet. lat.): *Cum venissemus autem Romam, centurio tradidit custodias principi peregrinorum; permissum autem Paulo foras manere extra castra custodientibus eum militibus.*

Hr. Blass hat in seinem jüngst erschienenen Commentar zur Apostelgeschichte[1] durchgehends zwei Recensionen dieses Buchs unterschieden und glaubt beweisen zu können, dass beide von dem Autor herrühren: Die Rec. A (repraesentirt durch ℵ B A C u. s. w., Versionen und die alexandrinischen Väter u. s. w.) soll auf die Reinschrift zurückgehen, während die Rec. B (repraesentirt durch D, einige Italacodd., die *Versio Syriaca posterior s. Philoxeniana correcta* [syr.ᵖ c.*], Cyprian und das Speculum) aus der ersten Niederschrift des Lucas geflossen sei; eine grosse Reihe von Zeugen endlich — unter ihnen der *Gigas latinus Stockholmiensis saec. XIII.* und andere Italacodd. — sollen einen gemischten Text darbieten. Nicht nur die Zurückführung der beiden Recensionen auf den Autor des Buches selbst, sondern auch die scharfe Unterscheidung von zwei »Recensionen« unterliegt gegründeten Bedenken; denn die »Recension« B lässt sich keineswegs so sicher fassen, wie A: weder kann Alles, was in Cod. D steht, für diese Recension in Anspruch

[1] *Acta Apostolorum sive Lucae ad Theophilum liber alter. Editio philologica auctore* Friderico Blass. Göttingen 1895.

genommen werden, noch lässt sich die Gruppe ihrer Zeugen mit Bestimmtheit umgrenzen — auch die Codd. HLP z. B., die Hr. Blass zur Rec. A rechnet, bieten Lesarten aus der »Recension« B[1]. Dennoch hat Hr. Blass darin Recht, dass sich in der Überlieferung D Itala Cyprian Syrus^{p} ein Complex zusammengehöriger Lesarten erkennen lässt, dass an vielen Stellen gegenüber der Rec. A (d. h. dem ältesten kanonischen, wahrscheinlich alexandrinischen Text) hier eine ältere Textfassung erhalten ist, und dass zahlreiche Sätze und Sätzchen, die in A nicht stehen, sicher schon dem 2. Jahrhundert, und zwar der ersten Hälfte desselben, angehören. Leider aber ist bei nicht wenigen dieser Stellen die textkritische Forschung noch nicht in der Lage, mit Sicherheit anzugeben, ob sie den Text des Autors enthalten, oder ob vielmehr in der kürzeren Fassung der Rec. A der Originaltext zu erkennen ist. Der Lösung dieser Frage hat Hr. Blass in ausgezeichneter Weise vorgearbeitet, indem er zum ersten Mal den textkritischen Thatbestand systematisch zu ordnen unternommen hat[2].

Im Folgenden soll ein Vers (28,16) behandelt werden, dessen Fassung in Rec. B — es mag der Kürze wegen erlaubt sein, diesen Ausdruck zu gebrauchen — aus verschiedenen Gründen von Interesse ist. Die grosse Mehrzahl der Zeugen (darunter ℵ A B I, Minuskeln, Vulgata, Peschito, Syr.-Philoxen., Copt., Armen. u. s. w.) bieten den Vers so, wie oben unter A angegeben und wie ihn auch Tischendorf und Westcott-Hort in ihren Ausgaben des Neuen Testaments edirt haben. Allein die Codd. HLP, viele Minuskeln und Catenen, ferner der Gigas Stockholm., der Syr.-Philoxen. corr. und (nach Westcott-Hort) auch der Aethiope geben ihn in einer erweiterten Gestalt (s. oben unter B)[3]. Diese Bezeugung

---

[1] Mit Recht bemerkt Hr. von Dobschütz, Litt. Centr.-Blatt 1895 Col. 605: »Der sog. B-Text ist überhaupt gar keine Recension (dieser Titel ist für die auf gelehrte Arbeit, wie sie seit den Gnostikern geschah, zurückgehenden Textformen zu bewahren), sondern, wie schon die starken Differenzen der Zeugen erkennen lassen, der durch das ganze Neue Testament hindurch nachweisbare, in der Apostelgeschichte nur vermöge ihrer eigenthümlichen Schicksale besonders hervortretende, vorkanonische Ur- (nicht Original-) Text, der in einem Zustande naturwüchsiger Verwilderung auf uns gekommen ist.«

[2] Eine systematische Durcharbeitung der griechischen Majuskel-Handschriften und die Herstellung der Rec. A verdanken wir Hrn. Bernhard Weiss (Die Apostelgeschichte. Textkritische Untersuchungen und Textherstellung, in den von O. von Gebhardt und A. Harnack herausgegebenen »Texten und Untersuch. zur Gesch. der altchristl. Litteratur«, Bd. VIII Heft 3 und 4).

[3] Die von mir eingeklammerten Worte ἔξω τῆς παρεμβολῆς finden sich in HLP nicht, wohl aber im Gigas und im Syr.-Philoxen. corr. Sie sind demnach (mit Blass) zur Rec. B zu rechnen und werden auch von Minusc. 137 und Cod. lat. Demidov. saec. XII. vel XIII. (der Codex gehört sonst zur Rec. A) geboten. Dem Stratopedarchen — das ist nicht gleichgültig — stand also eine παρεμβολή zur Verfügung, und dorthin wurden die Gefangenen — ausser Paulus — gebracht.

scheint auf den ersten Blick sehr schwach zu sein; ja man könnte Angesichts der Thatsache, dass sich unter den älteren griechischen Zeugen nur die Codd. HLP des 9. Jahrhunderts, unter den lateinischen nur der Gigas des 13. Jahrhunderts finden, überhaupt zweifeln, ob die Variante wirklich zu dem alten Complex von Varianten gehört, der sicher aus dem 2. Jahrhundert stammt, oder ob sie nicht als eine Glosse aus sehr viel späterer Zeit betrachtet werden muss. Allein Hr. Blass hat sie doch mit unzweifelhaftem Rechte seiner »Recension« B einverleibt; denn

1. Der Codex D, so zu sagen der Stammcodex für die »Rec.« B, fehlt hier, und noch viel schlimmer steht es mit den alten lateinischen Zeugen. Ist ihre Zahl für die Apostelgeschichte überhaupt nicht gross, so wollte das Unglück, dass sie sämmtlich — mit Ausnahme eines einzigen[1] — jetzt mehr oder weniger unvollständig sind und Act. 28, 16 nicht bieten. Von den älteren lateinischen Kirchenvätern aber, die in Betracht kommen (Tertullian, Cyprian, Lucifer, Augustin) hat kein einziger den Vers citirt.

2. Der einzige lateinische Codex, der den Vers in der Fassung B enthält, der Gigas, stammt zwar erst aus dem 13. Jahrhundert, aber es ist erwiesen[2], dass sein Schreiber für die Apostelgeschichte — nicht für die anderen Bücher des Neuen Testaments — einen Itala-Codex benutzt hat, der einen sehr alten, dem Text des Cyprian und Lucifer auf's Nächste verwandten Text darbot.

3. Das Zusammentreffen des Gigas mit Syr.-Philoxen. corr. giebt die Gewähr, dass (obgleich D selbst hier zufällig fehlt) die von ihnen gebotene Textfassung zu dem Complex von Lesarten gehört, die der Familie D und Genossen eigenthümlich ist. Demgemäss darf auch die lateinische Fassung des Verses, wie sie im Gigas vorliegt, als die vorhieronymianische, ja als die ursprüngliche Übersetzung des Verses gelten — ursprünglich in dem Sinne, dass sie die älteste ist, die wir kennen, und dass kein Grund vorliegt, sie für eine blosse Singularität der Gigas-Handschrift zu halten.

Geht nach dem bisher Ausgeführten die Fassung B sicher auf das 2. Jahrhundert zurück, so kann leider der Streit, ob sie oder die

---

[1] Der noch nicht verglichene Lat. Oxon. Bodl. 3418, Selden. 30 saec. VII. vel VIII. (Gregory, Prolegg. p. 966) bietet den Vers in der Fassung A (gütige Mittheilung von Hrn. Sanday in Oxford).

[2] S. Belsheim, Die Apostelgeschichte und die Offenbarung Johannis in einer alten lateinischen Übersetzung aus dem »Gigas librorum« aus der Königl. Bibliothek in Stockholm u. s. w. Christiania 1879. O. von Gebhardt, Theol. Litt.-Zeitg. 1880 Col. 185 ff. Corssen, Der cyprianische Text der Acta Apost. Berlin 1892. Blass, a. a. O. S. 29. Gregory, a. a. O. S. 965.

Fassung A dem Autor selbst angehört, zur Zeit nicht mit voller Sicherheit entschieden werden. Aus inneren Gründen lässt sich eine jeden Zweifel ausschliessende Entscheidung, wie es scheint, nicht treffen, abgesehen davon, dass die Stelle überhaupt nicht isolirt, sondern nur im Zusammenhang mit den ähnlichen Stellen beurtheilt werden darf. Dass der in A fehlende Satz durch Homoeoteleuton ausgefallen sei, ist eine wunderliche Behauptung Angesichts der Thatsache, dass sich in A weder »ἑκατόνταρχος« noch »στρατοπεδάρχῃ« findet. Behauptet man aber, dass in B Paulus geflissentlich aus der Zahl der übrigen Gefangenen hervorgehoben werden solle, so sieht man nicht ein, warum der Autor nicht selbst diese Tendenz gehabt haben könne. Umgekehrt freilich ist zu sagen, dass die Fassung in A nichts Wesentliches vermissen lässt, dass sich (gegen Blass) bei D und seinen Verwandten unzweifelhaft Sätze finden, die als blosse Erweiterungen keinen Anspruch auf Ursprünglichkeit erheben können, und dass im Allgemeinen Streichungen seltener gewesen sind als Zusätze. Allein das Alles reicht nicht aus, um den einzelnen Fall zu entscheiden; es reicht um so weniger aus, wenn man erwägt, dass die fraglichen Worte in ihrer Schlichtheit als späterer Zusatz doch recht wunderlich wären[1].

Eine Entscheidung wäre doppelt erwünscht, wenn es sich bestätigte, dass die Fassung in B indirect eine wichtige historische Angabe enthält. Eine exegetische Tradition, deren Ursprung ich nicht kenne, die aber ungebrochen herrscht (s. auch Blass S. 287), sieht in dem Stratopedarchen den *praefectus praetorio.* Auf ihr fussend haben Schrader, Anger und besonders nachdrücklich Wieseler[2] den Singular betont und gefolgert, dass es zur Zeit der Ankunft des Paulus in Rom nur einen *praefectus praetorio* gegeben habe, dass damals also Afranius Burrus commandirte, und dass Paulus somit spätestens im Frühjahr 61 nach Rom gekommen sei, da der Tod des Burrus auf den Januar oder Februar 62 falle. Allein so erwünscht es wäre, hier ein sicheres Datum zu erhalten, und so wahrscheinlich es aus anderen Gründen ist,

[1] Ein Argument gegen die Ursprünglichkeit der Rec. B hier lässt sich vielleicht daraus entnehmen, dass sowohl A wie B in 27, 1. 42 das Wort »δεσμώτης« für »Gefangenen« bieten, dagegen an unserer, in B allein sich findenden Stelle »δέσμιος« steht (Blass S. 287 Z. 14 druckt allerdings »τοὺς δεσμώτας«, aber da er Z. 6 selbst »τοὺς δεσμίους« schreibt und weder Tischendorf noch Westcott-Hort hier jenes Wort kennen, so muss es bei Blass auf einem Versehen beruhen). Ich würde dieses Argument zuversichtlicher betonen, böte nicht der Gigas an allen drei Stellen gleichmässig »*custodiae*«. Doch ist diese Gegeninstanz nicht durchschlagend, da in der altlateinischen Bibel sowohl δέσμιος als δεσμώτης mit »*custodia*« übersetzt worden ist, s. Rönsch, Itala und Vulgata S. 311. Der Wechsel von δεσμώτης und δέσμιος in B ist immerhin auffallend (auf das δέσμιος im folgenden Vers darf man sich nicht berufen), allein es reicht nicht aus, um darauf Schlüsse zu bauen.

[2] Chronologie des apost. Zeitalters S. 86 fg.

dass Burrus Praefect gewesen ist, als Paulus die Stadt Rom betrat, so wenig reicht jene Begründung aus; denn, auch zugestanden, der Stratopedarch sei mit dem Praefecten zu identificiren, so fordert der Singular nicht nothwendig die Annahme, dass es damals nur einen *praefectus praetorio* gegeben habe. Mit Recht ist bereits von Anderen eingewandt worden, dass der Singular sehr wohl den betreffenden Praefecten, an welchen gerade die Ablieferung geschah, bezeichnen könne, und die Gegenbemerkung Wieseler's, der Praefect habe doch die Gefangenen nicht persönlich entgegengenommen, sondern durch Unterbeamte, entkräftet diesen Einwand nicht, da auch in diesem Falle von einer Ablieferung an ihn als den bestimmten geredet werden konnte.

Muss demgemäss dem von B gebotenen Satze der Werth eines chronologischen Datums abgesprochen werden, so ist er damit doch nicht um alles historische Interesse gebracht. Es erübrigt vielmehr die Frage, wer ist unter dem *στρατοπεδάρχης* zu verstehen und wie verhält es sich mit der merkwürdigen Übersetzung im Gigas: »*princeps peregrinorum*«? Im Neuen Testament kommt *στρατοπεδάρχης* sonst nicht vor, und auch innerhalb der christlichen Litteratur der drei ersten Jahrhunderte finde ich ihn nur an zwei Stellen nämlich bei Euseb. h. e. VIII, 4; IX, 5, 2; über de mart. Palest. IX, 2 s. u. Leider hat Rufin keine dieser Stellen übersetzt. Dagegen folgt aus einer Vergleichung von Euseb. h. e. VIII, 4 mit Chronik ad ann. Abr. 2317, dass im Original auch hier *στρατοπεδάρχης* (Veturius) gestanden hat, und dass Hieronymus das Wort mit »*magister militiae*« übersetzte. Die Beurtheilung dieser Stellen kann nur im Zusammenhang mit dem ganzen Materiale erfolgen.

Hr. Mommsen schreibt:

Die stadtrömischen *castra peregrinorum* (so die Stadtbeschreibung, *peregrina* wohl incorrect bei Ammian; die Inschriften lassen beides zu) werden in der litterarischen Überlieferung erwähnt theils in der constantinischen Stadtbeschreibung (Jordan Top. 2, 573), theils bei Ammian zum J. 357 (16, 2, 66), sowie in den stadtrömischen Inschriften C. I. L. VI, 230. 231. 428; Dessau inscr. Lat. sel. n. 484 und der ostiensischen C. XIV, 7. Dass sie auf dem Caelius lagen (Becker Top. S. 509; Preller Reg. S. 99), sagt Ammian, und wird bestätigt durch die Inschriftenfunde, von denen einer sogar einen *aedilis* (= Hausmeister) *castrorum* nennt (C. VI, 231); indess gab es auch in der Umgegend Roms zu dieser Truppe gehörige Posten (*stationes*), so an der Appia (C. VI, 230) und in Ostia (C. XIV, 7). Ausserhalb des hauptstädtischen Kreises begegnet nirgends eine gleichartige Einrichtung.

Das Commando in diesem Lager führt der *princeps castrorum peregrinorum*, wie er in der ältesten Inschrift (C. I. L. VI, 354) heisst, sonst

als *princeps peregrinorum* bezeichnet, welchen wir nur aus den Steinen kennen (C. I. L. II, 484. VI, 354. 1110. 3325. 3327. VIII, 7002 vergl. p. 1067; Dessau n. 484). Unter ihm steht der *subprinceps peregrinorum* (C. VI, 354. 1110. 3329. Orelli 6747), mit welchem der *vices agens principis peregrinorum* (C. VI, 428. 3326) vielleicht zusammenfällt. Auch ein *optio militum peregrinorum* (C. VI, 3328) oder *optio peregrinorum* (C. VI, 3324. VIII, 1322) wird genannt.

Die diesen Offizieren unterstellten Mannschaften, in den angeführten Inschriften einmal als *milites peregrini*, gewöhnlich als *peregrini* schlechtweg bezeichnet, treten unter diesem Namen sonst nirgends auf und es ist durch die schönen Untersuchungen Henzens (Bullett. dell' Instituto 1851, 113 fg. 1884, 21 fg.) vollständig erwiesen[1], dass sie das Commando führten über die hauptstädtischen *frumentarii*, wie denn jene *subprincipes*, *vices agentes* und *optiones* sich auch *centuriones frumentarii* (C. VI, 428. 3326. Orelli 6747) oder *exercitatores militum frumentariorum* (C. VIII, 1322) nennen und dem *Genius castrorum peregrinorum* von den *frumentarii* Altäre gesetzt werden (C. VI, 230. C. XIV, 7).

Diese *frumentarii* sind bekanntlich die zur Vermittelung des Verkehrs zwischen den Legionen in den Provinzen und dem grossen Hauptquartier in der Hauptstadt in dieser stationirten Legionscenturionen; sie sind insoweit ständig, dass vielleicht die Personen wechseln, die Vertretung der Corps aber dauernd ist. Eingerichtet zunächst, wie der Name besagt, für das Verpflegungswesen sind sie darauf keineswegs beschränkt, sondern werden für Meldungen überhaupt und namentlich auch für Polizeizwecke verwendet[2]. Dass sie insbesondere bei dem Gefängnisswesen betheiligt waren, ist begreiflich und es finden sich dafür auch bestimmte Indicien; eine ephesische Inschrift (C. III, 433) nennt einen *frumentarius leg. I adiutricis agens curam carceris* und in den *castra peregrinorum* auf dem Caelius endigte nach Ammian a. a. O. unter Constantius der gefangene Alamannenkönig Chonodomarius sein Leben.

Wann diese Einrichtung aufgekommen ist, ist nicht überliefert, wie wir denn überhaupt von dieser Truppe nur beiläufig etwas erfahren.

---

[1] Allerdings bemerkt Henzen selbst, dass die Inschrift C. VIII, 1322, indem sie von einem *optio peregrinorum et exercitator militum frumentariorum* spricht, einen gewissen Unterschied zwischen jenen und diesen anzudeuten scheint. Dieser könnte etwa darin bestanden haben, dass dem einzelnen Centurio einige Gemeine seiner Legion beigegeben waren und man also einen engeren Kreis der abcommandirten Centurionen und einen weiteren der abcommandirten Legionare überhaupt unterschied. Indess kann es auch sein, dass die Titulatur des *optio* und die des *exercitator* bloss usuell verschieden formulirt waren und hier in dieser usuellen Gestalt combinirt auftreten, ohne dass damit ein Gegensatz zwischen *peregrini* und *milites frumentarii* gemacht werden soll.

[2] Marquardt Staatsverw. 2^2, 491 fg.

Unter den relativ zahlreichen datirten Inschriften, welche sie nennen, ist die älteste (C. I. L. VI, 354) aus der Zeit des Severus, alle übrigen jünger; Preller (Regiones S. 99) hat die Bildung des Corps zurückgeführt auf die von diesem Kaiser vorgenommene umfassende Reorganisation der hauptstädtischen Garnison und man pflegt ihm jetzt darin zu folgen. Aber dies ist keineswegs gerechtfertigt. Ihren Anfängen nach muss die Einrichtung nothwendig zurückgehen auf die Organisation des stehenden Heeres an den Reichsgrenzen und des grossen Hauptquartiers in der Hauptstadt, das heisst auf Augustus. Wann die in Rom verweilenden Legionscenturionen ein eigenes Lager und einen eigenen Commandanten erhalten haben, ist damit allerdings nicht entschieden. Ihre Benennung *milites peregrini* kann, wie Henzen (Bullett. 1884 p. 24) richtig sah, nur davon entlehnt sein, dass diese Mannschaften eigentlich *peregre* stationirt und nach Rom nur abcommandirt waren; nach ihrer seltsamen Gestalt, welche zunächst auf eine Nichtbürgertruppe hinführt[1], ist sie sicher nicht officiellen Ursprungs, sondern im gemeinen Verkehr aufgekommen[2] und also wahrscheinlich sehr viel älter als ihre Einführung in die Geschäftssprache. Etwas Ähnliches gilt auch von der Benennung des Commandanten. *Princeps* ist eine für Offiziere sonst unerhörte Bezeichnung und muss es sein, da der *princeps*, wie zum Beispiel im Senat, den *primus inter pares*, den nicht befehlführenden Vormann bezeichnet. Unmöglich im Allgemeinen in der Militärhierarchie, passt sie auf diese Truppe vortrefflich, insofern jene Centurionen der verschiedenen Legionen ursprünglich wenigstens eine geschlossene Abtheilung nicht bilden konnten, wohl aber einer von ihnen nach dem Grade und bei gleichem Grade nach dem Dienstalter an der Spitze stand. Vermuthlich ist auch der *optio* in diesem Sinn zu fassen[3]. Wann die Truppe diejenige Formation erhielt, in welcher sie uns seit dem Anfang des 3. Jahr-

---

[1] So hat Preller sie gefasst und eben darum ihre Einrichtung dem Severus beigelegt.

[2] Ich erinnere an die aquileiensische Inschrift C. V, 923 eines Praetorianercenturionen, der seine Hoftruppe mit Stolz der *barbarica legio* gegenüberstellt, und an die *legiones militia provincialis* der Schrift über die Lagerschlagung (c. 2).

[3] Vergl. über die *optiones* Cauer Eph. ep. 4 p. 441 fg. Die gewöhnliche Bedeutung des Stellvertreters eines Centurio oder eines Decurio passt hier nicht; man wird den *optio peregrinorum* zusammenzustellen haben mit dem *optio tribun[orum le]gionum quinque* der Inschrift C. I. L. X, 135 (Cauer a. a. O. p. 451, wo aber Orelli 3514 = C. I. L. VI, 2451* als gefälscht zu beseitigen ist). Es kann dies nur der durch Wahl oder auch durch Anciennetät berufene Vormann der die Detachements von fünf Legionen führenden Tribune sein. Gleichartig sind auch die *optiones* der *tabellarii* (C. VI, 9915; eph. ep. 5 p. 113), wobei man sich der *castra tabellariorum* (Curiosum urb. Rom. p. 572 Jordan) zu erinnern haben wird. Vielleicht ist der *optio* der *peregrini* nicht mit dem *subprinceps* zu identificiren, sondern die ältere Benennung des *princeps*; es ist möglich die ihn nennenden Inschriften der Zeit vor Severus zuzuweisen.

hunderts entgegentritt, lässt sich nicht bestimmen; aber aller Wahrscheinlichkeit nach reicht diese Formation in die bessere Kaiserzeit zurück.

Zu dieser Zusammenstellung bin ich veranlasst worden durch die oben S. 491 in ihren verschiedenen Gestalten abgedruckte Stelle der Apostelgeschichte über die Gefangenhaltung des Apostels Paulus in Rom, in welcher im griechischen Original der *στρατοπεδάρχης*, in der alten lateinischen Übersetzung der *princeps peregrinorum* auftritt. Die erstere Bezeichnung auf den *praefectus praetorio* zu beziehen, ist sachlich wie sprachlich nicht möglich; sachlich nicht, weil dieser wohl die kaiserliche Criminaljustiz handhabt[1], aber hier nach dem ganzen Zusammenhang die für die Untersuchungshaft beikommende Stelle gemeint ist; sprachlich nicht, weil sowohl nach dem Wortsinn wie nach dem Sprachgebrauch[2] die fragliche Bezeichnung dem Gardecommandanten nicht zukommt. In der lateinischen Titulatur entspricht jener griechischen zunächst der *praefectus castrorum*, und in diesem Sinn finden wir das in titularem Werth nicht häufig begegnende Wort bei den Schriftstellern[3]

---

[1] Wenn Traian (ep. Plin. 57 [65]) anordnet, dass ein zur Relegation verurtheilter, aber diesem Spruch zum Trotz in der Provinz sich aufhaltender Verbrecher gefesselt *ad praefectos praetorii mei* geschickt werden soll, so ist hier natürlich nicht die das Gefängniss beaufsichtigende, sondern die Spruchbehörde gemeint. — Gleichartig sind die Worte des Philipperbriefes 1, 12. 13: *γινώσκειν δὲ ὑμᾶς βούλομαι, ἀδελφοί, ὅτι τὰ κατ' ἐμὲ μᾶλλον εἰς προκοπὴν τοῦ εὐαγγελίου ἐλήλυθεν, ὥστε τοὺς δεσμούς μου φανεροὺς ἐν Χριστῷ γενέσθαι ἐν ὅλῳ τῷ πραιτωρίῳ καὶ τοῖς λοιποῖς πᾶσιν.* Als Paulus dies schreibt, sind die zwei Jahre, auf welche die Apostelgeschichte seine Internirung begrenzt, verstrichen. Die Einkerkerung ist eingetreten, der Prozess hat begonnen und Paulus schreibt nicht ohne Hoffnung auf Freisprechung, aber gefasst auf das Todesurtheil. Das Praetorium ist ohne Zweifel die richtende Behörde, die *praefecti praetorio* mit ihren zahlreichen Gehülfen und Subalternen, bei den 'übrigen allen' wird zunächst zu denken sein an den Umstand bei den öffentlichen Verhören. Dass Paulus auch in diesen Kreisen Sympathie fand, bestätigt der von ihm den makedonischen Christen am Schluss des Briefes übermittelte Gruss der Heiligen *ἐκ τῆς Καίσαρος οἰκίας.*

[2] Die griechischen Bezeichnungen des *praefectus praetorio* sind Staatsrecht 2[3], 864 A. 2 zusammengestellt. Unter den nicht titularen haben die herodianische *ἔπαρχος τῶν στρατοπέδων* und die philostratische *ἡγεμὼν τῶν στρατοπέδων* mit der unsrigen wohl eine gewisse Verwandtschaft; und dasselbe gilt von dem bei Eusebius de mart. Pal. 9, 2 neben den *ἡγεμόνες*, den Provinzialstatthaltern, genannten *τῶν στρατοπέδων ἄρχειν ἐπιτεταγμένος.* Aber das Commando über die Lager schlechthin, welches dem Gardecommandanten als dem allgemeinen Vertreter des Kriegsherrn zukommt, ist doch wesentlich verschieden von dem Commando eines einzelnen *στρατόπεδον*, und nur dies kann unter dem *στρατοπεδάρχης* verstanden werden. Darum wird diese Bezeichnung auch regelmässig von Offizieren mittleren Ranges, nicht von den höchstcommandirenden gebraucht.

[3] Sicher bei Josephus bell. 6, 4, 3, über welche Stelle Eph. ep. 4 p. 576 = C. I. L. III S. n. 6809 gesprochen ist, und in dem sog. philoxenischen lateinisch-griechischen Glossar (corpus gl. Lat. vol. 2 p. 156). Wesentlich identisch ist bei Dio 78, 13 die dem Decius Triccianus beigelegte Bezeichnung *ὁ τοῦ Ἀλβανίου στρατοπέδου ἄρχων*, den der Biograph des Caracalla c. 6 (wie Henzen C. I. L. VI p. 792 sah) *praefectus legionis*

und vielleicht auch auf einer Inschrift[1] verwendet. Einen Offizier dieses Titels giebt es nun freilich in Rom nicht. Läge uns bloss der griechische Text vor, so würde man den dem Gefangenenwesen zunächst vorgesetzten Befehlshaber verstehen, wobei der *praefectus praetorio*, wie bemerkt, sprachlich wie sachlich ausgeschlossen ist, dagegen die Zusammenstellung mit dem Gemeinen und dem Centurio einen höher gestellten Offizier fordert. Dass der Verfasser eine bestimmte titulare Bezeichnung im Sinn gehabt hat, ist keineswegs erforderlich; recht wohl könnte, falls die Aufsicht über die Gefangenen mit dem Praetorianerlager in Beziehung stand[2], einer der Tribune des Praetorium hier gemeint sein[3]. — Nun aber tritt hier der lateinische Über-

II Parthicae nennt; für den Legionslegaten nicht senatorischen Ranges ist dies die correcte Titulatur. Wo das Wort sonst vorkommt, hat es keinen titularen Werth oder ist dieser mindestens zweifelhaft, sondern entspricht dasselbe ungefähr unserem Befehlshaber. So brauchen es z. B. Dionysius von Halikarnass ant. 10, 36 und Lucian *quomodo hist. conscr. sit* 22 (30). Sehr deutlich erscheint dieser Sprachgebrauch bei Eusebius hist. eccl. 9, 5, 2: *στρατοπεδάρχης, ὃν δοῦκα Ῥωμαῖοι προσαγορεύουσιν*; für den *dux* der diocletianischen Militärordnung giebt es einen entsprechenden griechischen Titel nicht. Ebenso kann bei Julian ep. 51 der *στρατοπεδάρχης* Theophilos nach dem Zusammenhang nur der *dux Thebaidos* sein. An einer anderen Stelle in der Chronik Abr. 2317 (die griechische Fassung ist bei Theophanes p. 8 de Boor erhalten) spricht Eusebius von einem *στρατοπεδάρχης* Diocletians Namens Veturius, und der mit gleicher Bezeichnung, aber ohne Namennennung bei demselben h. eccl. 8, 4 erwähnte Offizier ist derselbe, wie Tillemont (mém. pour l'hist. eccl. 5, 9) vermuthet und (nach Harnacks Mittheilung) die Glosse der Handschrift F[b] *Οὐετόριος ὄνομα αὐτῷ* bestätigt hat. Hier sollte man allerdings die Bezeichnung einer bestimmten Charge vermuthen. Hieronymus Übersetzung (der Armenier und Rufinus versagen) *magister militiae* zeigt wenigstens, dass er bei dem Worte nicht an den *praefectus praetorio* gedacht hat; aber der titulare Magister, griechisch *στρατηλάτης*, ist nachdiocletianisch. Es steht nichts im Wege den Titel hier ebenso zu verstehen, wie er bei Lucas gefasst werden muss; denn dass bei Verlegung der Residenz von Rom weg die *milites peregrini* dem kaiserlichen Hofe gefolgt sind, lässt sich nicht bezweifeln. Aber zumal mit Rücksicht auf die Parallelstelle ist doch wohl auch hier das Wort nicht als technische Chargenbezeichnung zu fassen. Sicher gilt dies von einer zweiten Stelle des Theophanes p. 51, da die Stellung des Jovianus, von der er hier spricht, von Sokrates h. eccl. 3, 22 als Tribunat bezeichnet wird.

[1] Die zweisprachige Inschrift von Amastris C. I. L. III, 6984 scheint *praefectus castrorum legionis XIII geminae* in dem (noch ungedruckten) griechischen Text also zu übersetzen; doch ist die Lesung nicht sicher. Andere griechische Inschriften mit dieser Titulatur kenne ich nicht.

[2] Beweisen lässt sich dies allerdings nicht. Wenn unter den Subalternen des *praef. praet.* einer war *ab commentariis custodiarum*, was nach der Inschrift von Pesaro Orelli 3206 wahrscheinlich ist (Hirschfeld in diesen Sitzungsber. 1891 S. 859), so ist dieser wohl zunächst als Gehülfe bei dem Criminalprozesse zu fassen und folgt daraus auf keinen Fall die Unterstellung der Gefängnisse unmittelbar unter die Praefecten, auf welche sonst schlechthin keine Spur hinweist.

[3] Das Lagercommando unmittelbar wird von diesen im Turnus geführt worden sein; gefehlt haben kann eine derartige Ordnung nicht, aber es wird nichts darüber gemeldet. An den *princeps castrorum* der atinatischen Inschrift vom Jahre 208 (C. X, 5064) wird nicht gedacht werden dürfen. Diese steht mit dieser Titulatur bis jetzt allein (C. VI, 216 ist spät und unklar, und die beiden anderen Eph. 4 p. 241 von mir angeführten In-

setzer ein mit der dem *praefectus castrorum* gleichwerthigen und der hauptstädtischen Truppenordnung zugehörigen Charge des *princeps* (*castrorum*) *peregrinorum*. Er kann allerdings damit eine Determinirung, die für seine Zeit passte, in das Original hineingetragen, aber auch dieses so verstanden haben, wie der Verfasser es verstanden wissen wollte. Für die letztere Annahme spricht einmal, dass der Übersetzer kaum ein Jahrhundert später schrieb als der Verfasser; zweitens: die innere Wahrscheinlichkeit, wenn man die Dinge in ihrem Zusammenhang erwägt. Die inhaftirten in Rom zur Aburtheilung kommenden Personen waren entweder eben dort in Haft genommen oder aus den Provinzen dorthin geschickt worden. Über die Modalitäten der Haft der ersteren Kategorie verfügten ohne Zweifel der Regel nach die sie veranlassenden Beamten, also hauptsächlich die Consuln, der Stadtpraefect und der Praefect der Vigiles, von welchen allen es sicher oder wahrscheinlich ist, dass ihnen besondere Gefängnisse unterstellt waren. Dass dagegen die durch Militärtransport aus den Provinzen eingelieferten Gefangenen, zu welchen Paulus gehört, zunächst bei der Militärstelle verblieben, welcher die Direction jener Transporte oblag, liegt wenigstens ausserordentlich nahe. Dabei ist nicht zu übersehen, dass, von den dem Stadtpraefecten unterstellten Truppen abgesehen, nicht bloss die praetorischen Cohorten, sondern die gesammte hauptstädtische Garnison in den *praefecti praetorio* ihre unmittelbaren Chefs hatte, also durch die Unterstellung der Inhaftirten unter die *frumentarii* sie keineswegs derjenigen unter die *praefecti praetorio* entzogen wurden.

Es kommt mir nicht zu, die Folgerungen zu ziehen, die für die Zeit- und Ortbestimmung der Apostelgeschichte selbst und ihrer lateinischen Übersetzung hieraus etwa gezogen werden können; aber es ergiebt sich aus diesen Zeugnissen, falls sie vorher richtig gewürdigt worden sind, doch auch einiges für die *milites peregrini* und für die uns sehr wenig bekannten Ordnungen des Gefängnisswesens

---

schriften sind von Bormann a. a. O. 5,126 als nicht hierher gehörig nachgewiesen worden), und ich muss, im Gegensatz gegen meine früheren Annahmen, bezweifeln, ob er auf das Praetorium sich bezieht, ja ob überhaupt damit eine bestimmte Charge gemeint ist. Gesetzt ist der Stein einem Soldaten, der nach dem höchsten Praetorianercenturionat, dem Trecenariat (vergl. Eph. ep. 4 S. 242) Centurio in der 20. Legion und — ob zugleich oder nachher, lässt der Text offen — *princeps castrorum* geworden ist. Darauf lässt sich eine feste Militärstellung dieser Benennung nicht begründen, am wenigsten eine solche im Praetorium, die, wenn sie bestanden hätte, gewiss nicht hier allein vorkommen würde. Eher möchte der Geehrte bezeichnet werden als der angesehenste Centurio der für den britannischen Krieg, während dessen der Stein gesetzt ward und an dem die 20. Legion theilnahm, zusammengezogenen Armee. Dann erklärt sich auch für ihn die militärisch anomale Bezeichnung *princeps*. Das Commando im hauptstädtischen Praetorium ist sicher nie von einem blossen Centurio geführt worden.

in der römischen Kaiserzeit[1]. Ist die Erzählung, wie die Apostelgeschichte sie giebt — dass die ausführlichere Fassung von dem Verfasser selbst herrührt, scheint mir unzweifelhaft — in ihren Einzelheiten historisch, wie sie es recht wohl sein kann, so hat bereits in neronischer Zeit ein Sammtlager der nach der Hauptstadt deputirten Legionscenturionen und, was daraus nothwendig folgt, ein Befehlshaber desselben bestanden, und ich sehe nicht, dass dem ein Bedenken entgegenstände[2]. Auf jeden Fall gilt dies für die Zeit, wo die Apostelgeschichte geschrieben ward, und wenn sie auch eines der jüngsten Bücher des Kanons ist, wird sie doch wohl noch dem 1. Jahrhundert angehören[3]. Für die Benennung des Lagers als *castra peregrinorum* und dessen regelmässige Verwendung für die Untersuchungshaft[4] dürfte die lateinische Übersetzung der *πράξεις* das älteste und bestimmteste Zeugniss sein. Wenn die theologische Forschung diesen Text dem 2. Jahrhundert zuweist und seine Heimath in Rom sucht, so sind unsere Aufstellungen damit im besten Einklang; in der That dürfte ein in späterer Zeit oder ausserhalb Roms Lebender schwerlich im Stande gewesen sein den *στρατοπεδάρχης* der Urschrift so in sachgemässer Weise zu präcisiren. — Gern ginge man einen Schritt weiter. Nach unserem Bericht wird Paulus, nachdem ihn der Statthalter von Judaea in Haft genommen hat, zur Überführung nach Rom behufs der Aburtheilung vor dem Kaisergericht nebst anderen Gefangenen einem Centurio Iulius *ἐκ τῆς σπείρης Σεβαστῆς* (act. 27, 1) übergeben, dem einige Soldaten beigegeben sind (act. 27, 31. 42). Mit jener Cohorte ist nichts anzufangen[5]. Legionscohorten führen niemals eigene Beinamen. Auxiliar-

---

[1] Gehandelt hat darüber vor kurzem O. Hirschfeld, Sitzungsber. der Berl. Akad. 1891 S. 857 fg.

[2] Dass neben dem grossen Praetorianerlager, den *castra* schlechthin, specielle *castra* für die Stadtcohorten, die *vigiles*, die Flottensoldaten, die *equites singulares* zum Theil schon früh angelegt worden sind, scheint mir zweifellos, wenn auch das Einzelne sich nicht verfolgen lässt.

[3] Jülicher Einleitung in das N. T. S. 206.

[4] Die allem Anschein nach echten Worte ἔξω τῆς παρεμβολῆς können nur auf dies bezogen werden; Paulus erhält von dem in demselben den Befehl führenden Offizier die Erlaubniss nebst einem ihm beigegebenen Soldaten in der Stadt eine Miethwohnung (act. 28, 30: ἐν ἰδίῳ μισθώματι) zu beziehen. Vergl. Ulpian Dig. 48, 3, 1 pr.: *de custodia reorum proconsul aestimare solet, utrum in carcerem recipienda sit persona an militi tradenda vel fideiussoribus committenda vel etiam sibi.*

[5] Was Schürer (Gesch. des jüdisch. Volkes I² S. 384) über die *σπεῖρα Σεβαστή* der Apostelgeschichte ausführt, erscheint mir in jeder Hinsicht verfehlt. Agrippas Truppen bestanden bei seinem Tode, nach Josephus ant. 19, 9, 2, aus einer Ala *τῶν Καισαρέων καὶ τῶν Σεβαστηνῶν* und fünf Cohorten; da er damals den gesammten Besitz des Vaters wieder vereinigt hatte, so sind diese Mannschaften ohne Zweifel in Palaestina überhaupt ausgehoben worden und werden die Caesareer und Sebastener hier, wie in ganz gleicher Weise ant. 20, 8, 7, nur genannt als die beiden wichtigsten Städte des Reiches. Da den Kern der Truppen die Sebastener bildeten (Josephus bell. 2, 3, 4:

cohorten mit dem Beinamen *Augusta* giebt es zahlreich; aber soviel wir wissen, ist keine darunter, die in eminenter Weise diese bedeutsame Benennung als Hauptnamen geführt hätte[1]. Es befremdet weiter, dass ein solcher Centurio mit seinen Leuten nach Rom abgeht; im regelmässigen Verlauf werden die Auxiliarcohorten lediglich in den Pro-

---

τὸ πολεμικώτατον μέρος Σεβαστηνοὶ τρισχίλιοι; 2, 4, 2: τὸ μαχιμώτατον τῶν Σεβαστηνῶν), so erklärt es sich leicht, dass seit der Übernahme dieser Truppen in die römische Armee die Reitertruppe auftritt als *ala Sebastenorum* (Josephus ant. 20, 6, 1; bell. 2, 12, 5), später, nachdem Vespasian sie aus der Heimath weggenommen hatte (Josephus ant. 19, 9, 2), auf den mauretanischen Inschriften entweder mit gleicher Bezeichnung (Eph. ep. V p. 469 n. 1000; *ala Sebastena Severiana* — also unter Alexander — auf einer neugefundenen Inschrift von Scherschel *Comptes rendus de l'acad. des inscr.* 1893 p. 401) oder als *ala gemina Sebastenorum* (C. I. L. VIII, 9358. 9359) oder *I Flavia Sabastenorum* (C. VIII S. 17900 = Eph. ep. V p. 390 n. 699). Auch unter jenen fünf Cohorten werden die Sebastener zahlreich vertreten gewesen sein, und sicher war eine von ihnen die *cohors I Sabastenorum* einer dalmatinischen Inschrift (C. III, 2916 = 9984). Aber von fünf Cohorten der Sebastener, wie sie nach anderen Gelehrten auch Schürer annimmt, wissen unsere Quellen nichts. Josephus ant. 20, 6, 1 sagt nur, dass Cumanus mit der Ala der Sebastener vier Infanterieabtheilungen (πεζῶν τέσσαρα τάγματα) ausrücken liess, und wenn er weiter, bell. 3, 4, 2, in der Schilderung des Zusammenziehens der vespasianischen Armee in Alexandria berichtet, dass zu den dort befindlichen drei Legionen und achtzehn Cohorten hinzukamen ἀπὸ Καισαρείας (σπεῖραι) πέντε καὶ ἱππέων ἴλη μία, πέντε δ' ἕτεραι τῶν ἀπὸ Συρίας ἱππέων, so meint er offenbar mit den aus Caesarea anlangenden Abtheilungen die insgesammt herangezogene Besatzung des benachbarten Palaestina, während aus dem entfernteren Syrien nur die Reiter einberufen wurden. 'Eine zweite dieser fünf Cohorten', schrieb ich im Hermes (19, 217), 'wird die '*I Ascalonitarum felix* sein, eine dritte vielleicht die *I Flavia Canathenorum*, obgleich 'Canatha zum Reich des (zweiten) Agrippa gehört'. Nach Schürer (a. a. O. S. 385 A. 51) ist diese Vermuthung unmöglich, weil jene fünf Cohorten zum grössten Theil aus Caesareern und Sebastenern bestanden; aber da die Truppen in ganz Palaestina ausgehoben wurden, können dieselben füglich von verschiedenen Städten der Provinz ihre Namen erhalten haben. — Noch weniger kann ich auf die Brücke treten, welche Schürer zwischen der Cohorte der Sebastener und der σπεῖρα Σεβαστή der Apostelgeschichte schlagen möchte. Jener Name ist örtlich von der samaritanischen Hauptstadt Neapolis Sebaste entlehnt, dieser einer der üblichen kaiserlichen Ehrenbeinamen. Eine Truppe aus Sebaste konnte ja freilich auch *Augusta* genannt werden, aber nicht mit anderem Recht als die Truppe aus jeder anderen Stadt. Will man einmal an eine Auxiliarcohorte denken, so sollte man sich doch eine solche aussuchen, für die die Benennung bezeugt ist, wie z. B. die *cohors I Augusta Ituraeorum*. Zu diesen und den oben angeführten Erwägungen kommt vielleicht noch eine weitere hinzu: dass allem Anschein nach die Benennung *Augusta*, wo sie einfach auftritt (nicht als *Flavia Augusta*, *Augusta Nerviana*), auf den ersten Träger dieses Namens sich bezieht und ihn als den Stifter der Truppe bezeichnet. Sollte dies sich also verhalten, was ich freilich durchaus nicht als sicher bezeichnen möchte, so kann es eine *cohors Augusta Sebastenorum* überhaupt nicht gegeben haben.

[1] Sicher nur incorrect verkürzte Titulatur liegt vor bei der *cohors II Augusta* einer germanischen Inschrift (Brambach C. I. Rh. 1456) und der *cohors III Augusta* einer stadtrömischen (C. VI, 3508). Eher könnte die merkwürdige Inschrift Eph. ep. 4 p. 538 = C. I. L. III S. 6687 mit ihrer *cohors Augusta I* in Betracht kommen, besonders da sie aus augustischer Zeit ist und nach Syrien gehört; aber die Titulatur mit der wohl beispiellosen Stellung der Zahl hinter dem Beinamen ist, wie ich dort ausgeführt habe, bedenklich und wenn nicht verdorben, doch unverständlich. Zwei Räthsel neben einander sind keine Lösung.

vinzen verwendet. Man erwartet hier einen zu den *frumentarii* gehörenden Legionscenturionen. Ausgeschlossen ist es nicht, dass der Verfasser der Apostelgeschichte, der von dem adriatischen Meere bei Kreta und von den Barbaren auf Malta redet, bei jener σπεῖρα Σεβαστή die zu einem Truppenkörper vereinigten hauptstädtischen Legionscenturionen im Sinne gehabt hat. Mit Sicherheit aber vermögen wir weder diese *cohors Augusta* noch die σπεῖρα Ἰταλική desselben Verfassers (act. 10, 2) zu identificiren.

Inschriften aus dem Taurischen Chersonesos.

Von B. Latyschew[1].

(Vorgelegt am 9. Mai [s. oben S. 449].)

Im Auftrage der Kaiserlich Russischen Archaeologischen Commission mit der Herausgabe der in den Jahren 1892–1894 in Südrussland gefundenen griechischen und lateinischen Inschriften beschäftigt[2], beehre ich mich, einige von den im Taurischen Chersonesos ausgegrabenen Inschriften der Königlichen Akademie vorzulegen, welche mir wichtiger und von grösserem Interesse scheinen.

1. Decrete.

1. Marmortafel, unten abgebrochen, 0.47 hoch, 0.466 breit, 0.1 dick. Gefunden im Frühjahr 1893 in einem neu entdeckten Tempel am Abhange des nördlichen Ufers, in der Nähe der »Uwarow'schen Basilika«. Die Inschrift ist sorgfältig geschnitten und ausgezeichnet erhalten. Nachstehendes Facsimile ist nach einem vortrefflichen Abklatsch angefertigt.

Ἀγαθᾶι τύχαι.

Π[ρό]εδροι Χερσονασειτᾶν τ[ῶ]ν ποτὶ τᾳ Ταυ-
ρικᾶι εἶπαν· Ἐπειδὴ τοὶ εὐσεβέστατοι πα-
τέρες Ἡρακλεῶται οἰκείωι πάθει τὰν ὑπὲρ
τᾶς ἁμετέρας σωτηρίας ἐποάσαντο φρον-
τίδα πάσαι σπουδᾶι καὶ πάσᾳ φιλοστοργίᾳ
κεχραμένοι γνασίωι πρεσβείαν τε ποτὶ τὸν [θε]-
ὸν ἁμῶν καὶ δεσπόταν Αὐτοκράτορα Τῖτον Αἴλι[ον]
Ἀδριανὸν Ἀντωνεῖνον ἱκετεύσουσαν ἐξέ-
πενψαν ὑπὲρ ἁμὲς ἐν οὐδενὶ ὀλιγωρή-
σαντες, τάς τε θείας ἀποκρίσεις καὶ τὰς
εὐμεναθείσας εὐεργεσίας ἠξίωσαν
δι' ἀνδρῶν ἐπισαμοτάτων Ἡρακλείδου
Μενεσθέος καὶ Πρόκλου Μέμνονος διαπε[ν]-
ψάμενοι δά⟨λ⟩λους ποάσασθαι εἰς τὸ φανε-
ρὰν αὐτῶν τὰν καλοκἀγαθίαν γενέσθαι, ἁμὲ[ς]
πασσυδὶ ταῖς πρεπούσαις ἀμοιβαῖς ἀμείψα-

---

[1] Für die deutsche Übersetzung dieser Mittheilung bin ich Hrn. Ed. Lentz, Beamten im Ministerium für Volksaufklärung, mit herzlichem Danke verpflichtet.

[2] Erscheint in einer Lieferung der von der Commission herausgegebenen »Materialien zur Archaeologie Russlands« (in russischer Sprache).

σθαι καθάκον ἐψαφισάμεθα· δι' ἃ δεδόχθαι τᾷ
[βουλᾷ κ]αὶ τῶι δάμωι ἐπαινέσαι μὲν ἐπὶ τούτοι[s
τὰν πρό]γονον ἁ[μῶν ... πόλ]ιν καὶ πράτ[αν
ἐν τῷ Πόντῳ? ...

ΑΓΑΘΑΙ ΤΥΧΑΙ
ΠΡ..ΕΔΡΟΙ ΧΕΡΣΟΝΑΣΕΙΤΑΝ ΤΑΝ ΠΟΤΙ ΤΑ ΤΑΥ
ΡΙΚΑΙ ΕΙΠΑΝ·ΕΠΕΙΔΗ ΤΟΙ ΕΥΣΕΒΕΣΤΑΤΟΙ ΠΑ
ΤΕΡΕΣ·ΗΡΑΚΛΕΩΤΑΙ·ΟΙΚΕΙΩΙ·ΠΑΘΕΙ ΤΑΝ ΥΠΕ
ΤΑΣ ΑΜΕΤΕΡΑΣ·ΣΩΤΗΡΙΑΣ·ΕΠΟΑΣΑΝΤΟ ΦΡΟΝ
ΤΙΔΑ·ΠΑΣΑΙ·ΣΠΟΥΔΑΙ ΚΑΙ ΠΑΣΑ·ΦΙΛΟΣΤΟΡΓΙΑ
ΚΕΧΡΑΜΕΝΟΙ·ΓΝΑΣΙΩΙ ΠΡΕΣΒΕΙΑΝ ΤΕ ΠΟΤΙ ΤΟΝ
ΟΝ ΑΜΩΝ ΚΑΙ ΔΕΣΠΟΤΑΝ ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΑ ΤΙΤΟΝ ΑΙΛΙ
ΑΔΡΙΑΝΟΝ ΑΝΤΩΝΕΙΝΟΝ ΙΚΕΤΕΥΣΟΥΣΑΝ ΕΞΕ
ΠΕΝΨΑΝ ΥΠΕΡ ΑΜΕ ΣΕΝ ΟΥΔΕΝΙ ΟΛΙΓΩΡΙ-Ι
ΣΑΝΤΕΣ ΤΑΣ ΤΕ ΘΕΙΑΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΑΣ
ΕΥΜΕΝΑ ΘΕΙΣΑΣ ΕΥΕΡΓΕΣΙΑΣ ΗΞΙΩΣΑΝ
ΔΙ ΑΝΔΡΩΝ ΕΠΙΣΑΜΟΤΑΤΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΔΟΥ
ΜΕΝΕΣΘΕΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΟΥ ΜΕΜΝΟΝΟΣ ΔΙΑΤΕΝ
ΨΑΜΕΝΟΙ ΔΑΛΛΟΥΣ ΠΟΑΣΑΣΘΑΙ ΕΙΣ ΤΟ ΦΑΝΕ
ΡΑΝ ΑΥΤΩΝ ΤΑΝ ΚΑΛΟΚΑΓΑΘΙΑΝ ΓΕ..ΕΣΘΑΙ ΑΜΕ
ΠΑΣ ΣΥΔΙΤΑΙΣ ΠΡΕΠΟΥΣΑΙΣ ΑΜΟΙΒΑΙΣ ΑΜΕΙΨΑ
ΣΘΑΙ ΚΑΘΑΚΟΝ ΕΨΑΦΙΣΑΜΕΘΑ ΔΙΑ·ΔΕΔΟΧΘΑΙ ΤΑ
ΚΑΙ ΤΩΙ ΔΑΜΩΙ ΕΠΑΙΝΕΣΑΙ ΜΕΝ ΕΠΙ ΤΟΥΤΟΙ
ΓΟΝΟΝ Α ... ΑΙΝ ΚΑΙ ΠΡΑ

Dieses Decret zu Ehren der bürgerlichen Gemeinde des pontischen Heraklea ist von grossem Interesse für die Geschichte von Chersonesos in römischer Zeit, von der uns leider so wenig bekannt ist. Vor Allem muss beachtet werden, dass wir damit eine documentale Bestätigung für das Zeugniss Strabo's (VII, 4, 2) erhalten, es sei Chersonesos eine Colonie des pontischen Heraklea gewesen. Wir sehen, dass noch im 2. Jahrhundert n. Chr., mehrere Jahrhunderte nach der Gründung von Chersonesos, in beiden Städten das Gefühl der Zusammengehörig-

keit in lebhaftem Angedenken erhalten war, und dass, wie einerseits die Chersonesiten von der *εὐσέβεια* zu den Herakleoten erfüllt waren, welche das charakteristische Merkmal in den Beziehungen der griechischen Colonien zu ihren Mutterstädten bildet und dem Dionysius von Halikarnassus Veranlassung gab, diese Beziehungen mit denen der Kinder zu ihren Eltern zu vergleichen[1], — ein Vergleich, welcher durch die im vorliegenden Documente enthaltene Anrede *εὐσεβέστατοι πατέρες* trefflich illustrirt wird, — so andererseits auch die Herakleoten, »verwandtschaftliche Theilnahme« für ihre Colonie hegend, alle Maassregeln zu deren Schutz in schwerer Stunde ergriffen.

Leider ist in dem Decret nichts über die Gründe erwähnt, welche die Herakleoten veranlasst haben, die Chersonesiten in deren Beziehungen zu Rom zu vertreten und eine Gesandtschaft an den Kaiser Antoninus Pius abzuordnen, welche, wie aus der Inschrift zu ersehen, vollen Erfolg hatte; und die in anderen epigraphischen Denkmälern, so wie bei den Schriftstellern enthaltenen Nachrichten über die Geschichte von Chersonesos zur Zeit der römischen Herrschaft sind so lückenhaft, dass es nicht möglich ist, die Absendung dieser Gesandtschaft mit irgend einer bekannten historischen Thatsache in Verbindung zu bringen. Wir wollen uns aber dennoch erlauben, eine Zusammenstellung von Ereignissen zu versuchen, welche, wie uns scheinen will, die Sache erheblich klären könnte.

Im Jahre 1881 wurde in Chersonesos eine marmorne Basis mit dem Namen des Ariston, Sohnes des Attinas, gefunden, welche in zehn Kränzen Inschriften mit der kurzen Aufzählung der Verdienste enthielt, für die Ariston durch Verleihung von Kränzen oder Errichtung von Bildsäulen belohnt wurde[2]. In dem ersten Kranze lesen wir »*πρεσβεύοντα ὑπὲρ τᾶς ἐλευθερίας ποτὶ τὸν θεὸν Σεβαστὸ(ν) ἑξαετίαν κ(αὶ) ἀποκαμόντα*«, und in zwei anderen (5 und 8) findet sich eine zweimalige erfolgreiche Gesandtschaft des Ariston zum Könige Rhoimetalkas erwähnt, wobei in dem ersteren geradezu beigefügt ist, dass Ariston zu Verhandlungen über den Abschluss eines Bündnisses gesandt wurde. Der erste Herausgeber dieser Inschrift, W. JURGEWITSCH[3], meinte, es sei hier von dem bosporischen Könige Tib. Julius Rhoimetalkas die Rede, welcher von 131–154 n. Chr., zur Zeit des Hadrian und Antonin, regierte. Diese Ansicht theilte auch ich. Aber TH. MOMMSEN und nach ihm E. LOEWY[4] waren der Meinung, dass unter

[1] Röm. Arch. III, 7. Cf. Plat. Ges. VI, 754, Thuc. I, 34 u. 38, Pol. XII, 10, 3.

[2] *Inscr. orae sept. P. Eux. ed. Latyschew* I, Nr. 199.

[3] Mem. der Odessaer Gesellsch. für Gesch. u. Alterthumskunde, Bd. XIII (1883) S. 259.

[4] Inschr. griech. Bildhauer von E. LOEWY (1885) S. 237, Nr. 337.

Rhoimetalkas der erste thrakische König dieses Namens zu verstehen sei und die Inschrift sich auf die unmittelbar nach dem Tode des Augustus folgende Zeit beziehe; zur einzigen Begründung dieser Ansicht dient, wie es scheint, die Voraussetzung, dass der Titel *θεὸς Σεβαστός* nur dem Kaiser Augustus gelten konnte[1]. Wenn es sich nun aus dem vorliegenden Decret herausstellt, dass die Chersonesiten den Antoninus bei seinen Lebzeiten ihren »Gott und Herrscher« nannten, so scheint mir jeder Zweifel daran zu schwinden, dass die kurze Bezeichnung »*θεὸς Σεβαστός*« in einer Inschrift, bei deren Abfassung man durch den kleinen Raum innerhalb eines Kranzes auf grösstmögliche Kürze angewiesen war, auf denselben Kaiser Bezug haben kann, woraus sich ein neuer, wichtiger Beleg für Hrn. Jurgewitsch's und meine Auffassung ergeben würde. Wird aber die Inschrift zu Ehren des Ariston in die Zeit des bosporischen Rhoimetalkas verlegt, so rückt sie dem neuentdeckten Decret zeitlich so nahe, dass die in beiden erwähnten historischen Thatsachen leicht mit einander in Verbindung gebracht werden können.

Über die Beziehungen von Chersonesos zu Rom in der Kaiserzeit besitzen wir gegenwärtig eine genügende Zahl von Andeutungen, doch ist es leider bis jetzt noch sehr schwierig, dieselben zu verbinden und chronologisch zu verfolgen. In dieser Hinsicht wäre es von hervorragender Wichtigkeit, die Ära der Stadt Chersonesos fest zu bestimmen, da in der Numismatik dieser Stadt eine ganze Reihe von datirten Münzen bekannt ist, welche in die Kaiserzeit gehören und in Bildniss und Aufschrift so manche Andeutung über die politische Stellung der Stadt enthalten. Die Frage nach der Ära von Chersonesos führt unvermeidlich zu der oft und in verschiedenster Richtung behandelten Streitfrage über die Herkunft der bekannten Inschrift von der Wiederherstellung der Stadtmauer unter dem Kaiser Zeno. Diese Inschrift, zuerst von Pallas, dann von Waxel abgeschrieben, welche sie bei Hablitz in Simferopol gesehen, und später von vielen anderen Gelehrten und Reisenden herausgegeben[2], galt bis zum Jahre 1831 als unzweifelhaft Chersonesos zugehörig, als ihre Copie in dem Werke Cousinery's *Voyage dans la Macédoine* erschien mit der Bemerkung, dass der Stein sich in Thessalonich, im Kellergewölbe der Moschee Eski-Djuma, befinde; von der Zeit an erhoben sich Zweifel über die Her-

[1] »Nach der durch die Photographie gebotenen Lesung *θεὸν Σεβαστόν* kann ich jedoch in dem Kaiser nur Augustus erblicken, nach dessen Tode somit die Inschrift fällt«, Loewy a. a. O. S. 238. Daselbst ist auch die Stelle aus einem Briefe Mommsen's angeführt, welche dessen Meinung über die Sache enthält.

[2] Eine Aufzählung sämmtlicher Ausgaben dieses Documentes findet sich in dem Aufsatz von Hrn. Berthier de Lagarde in den Mem. der Odessaer Gesellsch. f. Gesch. u. Alterthumskunde, Bd. XVI S. 45.

kunft der Inschrift aus Chersonesos, und es wurden mehrfache Versuche gemacht, die Frage zu Gunsten der einen oder der anderen Stadt zu entscheiden, wobei vor Allen Boeckh sich entschieden für Chersonesos aussprach. In neuerer Zeit (1886) trat Jurgewitsch[1] nicht weniger entschieden für Thessalonich ein. Aber vor Kurzem hat Hr. A. Berthier de Lagarde in einer umfangreichen speciellen Abhandlung[2] alle Beweise und Ausführungen pro und contra so gründlich und eingehend durchgearbeitet, dass das Ergebniss seiner Forschung — die entschiedene Behauptung, die Inschrift stamme aus Chersonesos — als endgültig entscheidend anerkannt werden muss. Ausserdem kann als feststehend angesehen werden, dass am Ende der Inschrift das 11. (ΙΑ) und nicht das 14. (ΙΔ) Indictionsjahr vermerkt ist. Da nun aber während der Regierungszeit des Zeno das 11. Indictionsjahr nur einmal, im Jahre 487–8, vorkam und in der Inschrift das Jahr 512 angeführt wird, so folgt hieraus, dass der Ausgangspunkt für die gegebene Zeitrechnung in das Jahr 25–4 v. Chr. fällt. Mit dieser Schlussfolgernng Berthier de Lagarde's muss man sich einverstanden erklären, wenn auch unsere sehr lückenhaften Kenntnisse über die Geschichte von Chersonesos keinerlei Anhalt dafür bieten, aus welchen Gründen in den angegebenen Jahren eine neue Zeitrechnung eingeführt sein mag. Nachdem Berthier de Lagarde auf diese Weise die Ära von Chersonesos festgestellt, durchforscht er zwei Serien von datirten Münzen der Stadt, in deren erster die Jahre 70–78 der chersonesitischen Ära, also 46–54 n. Chr., und in der zweiten die Jahre von 103–158, d. h. 79–134 n. Chr., vorkommen (in der letzteren Reihe kommen übrigens lange nicht alle Jahre der angegebenen Zeitperiode vor) und gelangt zu dem Schluss, dass diese Münzen in die Zeit der thatsächlichen Freiheit, d. h. der vollen Unabhängigkeit der Stadt Chersonesos von Rom fallen.

Ohne näher auf die Vermuthungen und Schlussfolgerungen des geehrten Verfassers einzugehen, da uns dieses zu weit über die Grenzen eines Commentars zu der vorliegenden Inschrift hinausführen würde, beschränken wir uns auf die Bemerkung, dass diese Ergebnisse durchaus zu Gunsten der Betrachtungen ausfallen, welche sich ergeben, wenn wir die beiden epigraphischen Denkmäler, die Inschrift zu Ehren des Ariston und das neu entdeckte Decret, zusammenstellen. In den dreissiger Jahren des 2. Jahrhunderts n. Chr. richteten die Römer offenbar ein scharfes Augenmerk darauf, was am nördlichen Ufer des Schwarzen Meeres vor sich ging. Rufen wir uns in das Gedächtniss zurück, dass

[1] Mem. der Odessaer Gesellsch., Bd. XIV S. 779 f.

[2] »Eine Inschrift aus der Zeit des Kaisers Zeno im Zusammenhang mit Bruchstücken aus der Geschichte von Chersonesos.« Mem. der Odessaer Gesellsch., Bd. XVI (1893) S. 45–88.

Flavius Arrianus, welcher zu der Zeit Cappadocien verwaltete, in sein für Hadrian verfasstes Werk περίπλους Εὐξείνου πόντου die Beschreibung des Weges von den Dioscuriden zum Bosporus eben für den Fall aufnahm, damit der Kaiser, sollte er nach dem Tode Cotys des II. (131–132 n. Chr.) in Betreff des Bosporus etwas im Schilde führen, seine Pläne auf Grund genauer Bekanntschaft mit diesem Wege entwerfen könnte[1]. Daraus schliesst man mit Recht, dass Cotys ohne directe Erben gestorben ist[2]. Sein Nachfolger Rhoimetalkas wurde ohne Zweifel von Hadrian selbst auf den Thron gesetzt[3], dass er aber im Laufe seiner ganzen Regierungszeit nicht vollständig dem Willen der Römer unterworfen gewesen, erhellt schon aus der directen Angabe des Julius Capitolinus, irgend eine Misshelligkeit mit dem römischen *curator*, d. h. wahrscheinlich dem Legaten von Bithynien oder Cappadocien, habe seine Berufung nach Rom zur Folge gehabt, wo es ihm übrigens, allem Anscheine nach, gelang, sich vollständig vor dem Kaiser Antoninus zu rechtfertigen. Zu diesem Könige nun, wie die Inschrift des Ariston bezeugt, schickten die Chersonesiten zwei Gesandtschaften, und beide hatten vollen Erfolg; als Zweck der ersten Gesandtschaft wird geradezu Abschluss eines Kriegsbündnisses angegeben. Wir wissen nicht, welchem Feinde dieses Bündniss galt, doch liegt die Vermuthung nahe, dass, wenn einerseits Chersonesos während der ganzen Zeit vollständig unabhängig von Rom geblieben war, und andererseits der bosporische König keine besondere Ergebenheit für dasselbe an den Tag legte, die beiden benachbarten Reiche sich mit einander verbanden, um ihre Unabhängigkeit vollkommen sicher zu stellen; sollte übrigens dieses Streben auch nicht der ausgesprochene Zweck des Bündnisses gewesen sein, so konnten die Römer es doch befürchten, da dasselbe sehr unliebsame Verwickelungen der politischen Lage in jenen entfernten Gegenden nach sich ziehen konnte. Daher lässt sich voraussetzen, dass die Römer wünschten, derartigen Unternehmungen auf die eine oder andere Weise ein Ende zu machen, was auch so weit gelang, dass Chersonesos in directe Abhängigkeit von ihnen gerieth; in Erinnerung an die frühere Freiheit konnte die Stadt sich nur schwer in die neue Lage der Dinge finden und hat, wie es scheint, mehr als ein Mal versucht, sich Erleichterung zu schaffen. Von einem derartigen Versuche zeugt auch vielleicht die oben angeführte Inschrift auf der Basis der Ariston-Statue: sie spricht davon, dass Ariston sechs Jahre als Gesandter an »den Gott Augustus« um Freiheit bittend verbracht habe und während der Dauer der Gesandt-

---

[1] Arrian *Periplus* § 17 (*ed.* Hercher-Eberhard 1885).

[2] Vergl. unsere Bemerkungen in *Inscr. Pont.* II, *praef.* p. XLVII.

[3] Ebendas. p. XLVIII.

schaft gestorben sei[1]. Unter *ἐλευθερία* ist hier selbstverständlich nicht absolute Unabhängigkeit, sondern die Rechte einer *civitas libera* zu verstehen. Wenn nun Ariston volle sechs Jahre um diese *ἐλευθερία* bitten musste, so lässt sich daraus schliessen, dass Rom durchaus nicht geneigt war, sie den Chersonesiten zu verleihen, und nach dem Tode des Ariston blieb aller Wahrscheinlichkeit nach die Gesandtschaft ohne jeden Erfolg. Dieses muss wahrscheinlich der Augenblick gewesen sein, wo die Chersonesiten sich an ihre Metropole wandten, welche, deren Bitten gemäss, ihrerseits eine Gesandtschaft an den Kaiser Antoninus abordnete, die vollen Erfolg hatte. Obgleich in dem neuentdeckten Decrete auch nicht ausdrücklich gesagt ist, worin die »gütig vom Kaiser gespendeten Wohlthaten« bestanden, ist doch aus der Zusammenstellung mit den Angaben des Ariston-Denkmals, wie mir scheint, mit Sicherheit zu schliessen, dass es sich um eben diese *ἐλευθερία* handelte, welche die Chersonesiten so sehnlich wünschten. So bringen also diese beiden Denkmäler bis zu einem gewissen Grade Licht in die politische Lage von Chersonesos und seine Beziehungen zu Rom in der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr., obgleich natürlich nicht alle hier ausgesprochenen Vermuthungen unbedingte Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen können. Hinsichtlich der übrigen Daten, welche sich aus dem vorliegenden Decrete entnehmen lassen, können wir bemerken, dass wir bereits Gelegenheit gehabt haben, über die Proedren von Chersonesos zu sprechen[2] und dass unsere daselbst ausgesprochenen Voraussetzungen durch das neuentdeckte Decret vollkommen bestätigt werden.

Der dorische Dialekt, in welchem das Document geschrieben ist, bietet darin eine interessante Eigenthümlichkeit, dass die Laute *α* und *η* in einigen Worten unrichtig gebraucht werden: einerseits steht das *α* da, wo nothwendigerweise ein *η* hätte stehen müssen, weil in der Wurzel des betreffenden Wortes ein *e*- und nicht *α*-Laut zu hören ist (Z. 5 *ἐποάσαντα*, Z. 15 *ποάσασθαι*, Z. 12 *εὐμεναθείσας*, Z. 18 *καθᾶκον*) und andererseits bleibt das *η* manchmal an Stellen, wo im dorischen Dialekt *α* stehen sollte (Z. 12 *ἠξίωσαν*). Derartige Eigenthümlichkeiten sind übrigens schon früher in chersonesitischen Denkmälern vorgekommen und wir haben bereits Gelegenheit gehabt,

---

[1] In der ersten Sammlung von Berichtigungen und Nachträgen zu meiner Inschriften-Sammlung (Mem. der Kaiserl. Russ. Archaeol. Gesellsch. N.F. Bd. IV S. 151) führe ich Prof. Th. Sokolow's Meinung an, *ἀποκαμόντα* sei hier im Sinne von *ἀποθανόντα* zu lesen, so dass Ariston's letzte verdienstvolle That, die ihm das Leben gekostet, in den Vordergrund gestellt wird. Dass der Tod während einer Gesandtschaft dem Verstorbenen als besonderes Verdienst angerechnet wurde, wird durch das Beispiel in einer Inschrift aus Alabanda (*Bull. de corr. Hell.* X S. 300 fg.) bestätigt.

[2] *Bull. de corr. Hell.* IX (1885) p. 283 fg.

auf dieselben hinzuweisen[1]. Man kann daraus den Schluss ziehen, dass die Chersonesiten in der Römerzeit zwar noch fortfuhren, im dorischen Dialekte zu sprechen, aber die rechte Vorstellung von Ableitung und Bildung einzelner Worte bereits verloren hatten. Was die Form des Artikels τᾶν statt τῶν betrifft (Z. 2), so lässt sie sich wohl am ehesten als ein *lapsus calami* ansehen, welcher seine Erklärung in der Endung des voranstehenden Wortes Χερσοναστειτᾶν findet.

2. Zwei Bruchstücke einer Marmorplatte von etwa 0.08 Durchmesser: *a* Höhe 0.54, Breite 0.37, rechtsseitig und unten abgebrochen, der linke Rand nebst Rahmen erhalten; *b* von allen Seiten ausser der unteren abgebrochen, wo ein Theil des Rahmens erhalten ist; grösste Höhe 0.19, Breite 0.2. Die Inschrift ist sorgfältig geschnitten, die Buchstaben ziemlich gross (Höhe 0.015–0.02) und auf beiden Bruchstücken gut erhalten. Nach einem Abklatsch:

a

ΠΡΟΕΔΡΟΙΧ//ω//////ω//ΟΝΑ
ΤΑΙΤΑΥΡΙΚΑΙ
ΕΠΕΙΔΗ·Γ·ΚΑΙΟΣΕΥΤΥΧ
ΝΩΠΕΥΣΑΝΗΡΜΑΡΤΥΡΟ
ΚΑΛΟΚΑΓΑΘΙΑΝΠΑΡΑΤΟΙΣ
ΣΕΜΝΟΝΑΘΟΣΚΑΙΔΙΑΤΗΝΙ
ΠΕΡΙΤΑΝΠΟΛΙΝΑΜΩΝΦΙΛΟΣ///
ΜΕΣΚΑΛΩΣΕΠΙΔΑΜΗΣΑΣ
ΕΝΑΓΧΟΣΔΕΕΞΛΙΡΕΤΩΦΙ/
ΜΟΝΚ.ΚΡΑΜΕΝΟΣΑΞΙΟΝ
ΠΑΡΑΜΕΣΓΕΙΝΟΜΕΝΩΝΕ
ΘΑΙΤΗΣΠΟΛΙΟΣΑΜΩΝΚ
ΠΑΙΝΕΣΑΝΤΩΝΤΩΝΠΡΟΥ
ΤΑΝΚΑΤΑΕΝΑΕΚΛΙΤΟΝΤΩ
ΤΑΝΠΟΛΙΝΣΠΟΥ/////ΝΤΕΚ
ΑΝΘΩΝΤΟΝΑΝΔ/////ΦΙΛΟΦ
ΝΟΝΔΕΔΟΧΘΑΙΤΑΒΟΥΛΑΚ
ΕΠΙΤΟΥΤΟΙΣΠΡΟΤΕΡΟΝΤ
ΝΟΝΝΑΥΚΛΑΡΟΝΣΙΝΩ·////
ΑΣΠΟΛΕΙΤΕΙΑΝΕΣΠ
ΚΑΙΠΟΛΕΜΩΑΣ
ΝΟΙΣΝ

Πρόεδροι Χ[ερσ]ονα[σιτᾶν τῶν ποτὶ]
τᾶι Ταυρικᾶι [εἶπαν]·
Ἐπειδὴ Γ. Κάιος Εὐτυχ[ιανὸς Ναύκλαρος Σι]-
νωπεὺς ἀνὴρ μαρτυρο[ύμενος ὑπὸ πάντων διὰ τὴν]
καλοκαγαθίαν παρὰ τοῖς [. . . . . τὸ]
σεμνὸν ἆθος καὶ διὰ τὴν . . . .

[1] Mem. d. Kais. Russ. Arch. Ges. IV S. 148 Anm. Vergl. in Nr. 2 (weiter unten) ἆθος in Z. 6 und τῆς Z. 12.

περὶ τὰν πόλιν ἁμῶν φιλο[στοργίαν, ἃν ἔδειξε παρ' ἁ]-
μὲς καλῶς ἐπιδαμήσας . . . .
ἔναγχος δὲ ἐξαιρέτῳ φιλ[οτιμίᾳ? . . . . ποτὶ τὸν δᾶ]-
μον κ[εχ]ραμένος ἄξιον [. . . . . τῶν]
παρ' ἁμὲς γεινομένων ε[. . . . . σ]-
θαι τῆς πόλιος ἁμῶν κ[. . . . . ἐ]-
παινεσάντων τῶν πρου[. . . . . .διὰ]
τὰν κατὰ ἕνα ἕκ[ασ]τον τῶ[ν ἀφικνουμένων? εἰς]
τὰν πόλιν σπου[δά]ν τε κ[αὶ φιλοτιμίαν . . . .],
ἀνθ' ὧν τὸν ἄνδ|ρα] φιλοφ[ρόνως . . . .]
νον· δεδόχθαι τᾷ βουλᾷ κ[αὶ τῷ δάμῳ ἐπαινέσαι μὲν]
ἐπὶ τούτοις πρότερον τ[. . . . . . Γ. Κάιον Εὐτυχια]-
νόν Ναύκλαρον Σινω[πέα, δόμεν δὲ αὐτῷ προξενί]-
α[ν], πολειτείαν, ἔσπ[λουν τε καὶ ἔκπλουν ἐν εἰράνᾳ]
καὶ πολέμῳ ἀσ[υλεὶ καὶ ἀσπονδεὶ αὐτῷ τε καὶ ἐκγό]-
νοις κ[αί χράμασι . . .

b

ΠΟΛϒ ΚΡΑΙΟΥΣΑΡ	. . . Πολυ[κ]ρά[τ]ους ἄρ[χοντος? . . .
ΟΥΣΝΟΜΩΝΦΥ//////////	. . . ους νόμων φυ[λακ . . .
ΙΕΙΟΣΝΕΟΚΕ//////	. . . ειος νεοκε . .
ΟΠΥΘΟΔΟΤΟ	. . . Πυθοδοτο . . .
ΚΟΛΩΝΠΛΥ	. . . κολων πλυ . . .
ΣΚΟΣΔΗΜ/	. . . σκος δημ . . .

Der Charakter der Schriftzeichen dieses Denkmales sowie die Gleichheit seines ersten Satzes mit den Anfangsworten im Decrete zu Ehren der Herakleoten lassen keinen Zweifel daran aufkommen, dass die beiden Documente annähernd ein und derselben Zeit angehören. Die vorliegende Inschrift ist ein gewöhnliches Ehrendecret betreffend die Verleihung der Proxenie, des Bürgerrechtes und verschiedener Privilegien an einen gewissen G. Caius Eutychianus Nauclarus, Bürger von Sinope, zum Dank für die den Chersonesiten erwiesenen Dienste. Leider kann der Text der Zeilen 3–17, welche eine Aufzählung der Verdienste des Eutychianus enthalten, nicht vollständig hergestellt werden, da auf der rechten Seite beinahe die Hälfte des Steines abgebrochen ist. So viel sich aus dem erhaltenen Theile dieser Zeilen ersehen lässt, enthielten sie keinerlei Hinweise oder Andeutungen über historische Vorgänge oder die politische Lage von Chersonesos zu jener Zeit, sondern charakterisirten bloss die Persönlichkeit des zu ehrenden Mannes: zuerst wird auf seine allgemein anerkannten hohen moralischen Eigenschaften hingewiesen, sodann auf sein ausgezeichnetes Benehmen während seines Aufenthaltes in Chersonesos, weiterhin wird eines besonderen, jüngst vorgekommenen Verdienstes und endlich offenbar derjenigen Dienste Erwähnung gethan, welche er den seine Vaterstadt besuchenden Chersonesiten erwiesen. Mit Z. 17 beginnt die Aufzählung der ihm verliehenen

Rechte und Privilegien, welche fast wörtlich mit einigen bereits bekannten chersonesitischen Decreten aus der Römerzeit übereinstimmt. Am Ende der Inschrift aber, wie aus dem Bruchstücke *b* zu ersehen ist, sind einige derartige Zusätze gemacht, welche in den früher gefundenen Decreten nicht vorkommen, und können dieselben daher auch nicht hergestellt werden.

2. Weihe-Inschriften.

3. Vollständig erhaltene Basis aus weissem Marmor, 0.327 hoch, 0.755 breit und 0.70 dick, gefunden im Jahre 1892. Auf der oberen Fläche sind die Vertiefungen für die Füsse erhalten, eine runde Öffnung von 5", welche in den rechten Theil der Vertiefung für die Sohle des linken Fusses eingreift, und drei längliche Ausschnitte, die mit Blei vollgegossen sind; daraus lässt sich schliessen, dass die Basis in späterer Zeit als Material bei irgend einem Baue verwandt wurde. Die Inschrift, deren Buchstaben ziemlich gross sind (0.02 hoch), ist vollständig erhalten und wird nach einem Abklatsch herausgegeben.

ΒΙΩΝΣΙΜΙΑ
ΑΝΤΙΒΙΩΝΒΙΩΝΟΣΤΟΥΣΙΜΙΑΒΑΣΙΛΕΥΣΑΣ
ΥΠΕΡΤΟΥΠΑΤΡΟΣΠΑΡΘΕΝΩΙΙΕΡΕΥΣΕΩΝ

Βίων Σιμία.
Ἀντιβίων Βίωνος τοῦ Σιμία βασιλεύσας
ὑπὲρ τοῦ πατρὸς Παρθένωι ἱερεὺς ἐών.

Hieraus ersehen wir, dass auf der Basis eine Bildsäule des Bion gestanden hat, der Jungfrau von seinem Sohne geweiht, welcher früher das Amt des »Königs« (in Chersonesos schon längst aus Inschriften bekannt) bekleidete und zur Zeit der Widmung als Priester — offenbar derselben Göttin — fungirte (da in dem entgegengesetzten Falle sicher der Name der Gottheit genannt wäre, welcher Antibion diente). Nach der Schreibweise kann die Inschrift in das 4.–3. Jahrhundert v. Chr. gesetzt werden. Analoge Fälle von Widmungen der Söhne für ihre Väter sind auf dem nördlichen Ufer des Schwarzen Meeres schon vorgekommen. Vergl. *Inscr. P.* II. Nr. 6, 9, 345.

4. Vollständig erhaltene Sandsteinplatte, 0.2 hoch, 0.35 breit, 0.13 dick. An der unteren Seite sind zwei runde Vertiefungen ausgehöhlt und ihnen entsprechend an den langen Rändern vier Einschnitte gemacht, wahrscheinlich zur Befestigung des Steines auf irgend welchem Postamente. Die Inschrift auf der vorderen Seite ist vollständig erhalten und deutlich lesbar (Höhe der Buchstaben 0.02). Gefunden ist der Stein im Jahre 1892 in einer Aufschüttung der cher-

sonesitischen Nekropole, wo er offenbar als Material zur Bedeckung später Grabmäler gedient hat. Nach meiner Abschrift.

ΔΗΛΙΟΣΑΠΟΛΛΑ ΠΑΡΘΕΝΩΙ ΚΑΤΕΝΥΠΝΙΟΝ	Δήλιος Ἀπολλᾶ Παρθένωι κατ' ἐνύπνιον.

Nach dem Charakter der Schrift ist die Inschrift nicht älter als aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. Über durch Traum-Eingebungen veranlasste Weihegeschenke an die Götter vergl. Franz, *Elem. epigraph. graecae* S. 335,8; S. Reinach, *Traité d'épigraphie grecque* S. 384; W. Larfeld, Griech. Epigraphik (in Iwan Müller's Handbuch Th. I 2. Ausg.) S. 593.

5. Bruchstück einer Marmor-Basis, 0.22 hoch und breit, 0.05 dick, mit einem Theile der Vertiefung für die Füsse. Die erhaltenen Buchstaben (0.015 hoch) lassen sich auf dem Abklatsch vollkommen deutlich lesen. Gefunden im Jahre 1893.

ΒΑΣΙΛΕΥΣ—ΑΣΠΟ Ο ΛΕΥΟ	Βασιλεὺς Ἀσπο[ῦργος? .... βασιλ]εύω[ν...

Den Namen des Königs Aspurgos in einer chersonesitischen Inschrift zu ergänzen, mag auf den ersten Blick sehr gewagt erscheinen. Allein wenn wir das Zeugniss Strabo's[1] in Betracht ziehen, Chersonesos sei von der Unterwerfung durch Mithridates VI. bis zu seiner Zeit unter der Botmässigkeit der bosporischen Könige geblieben, so erscheint es durchaus nicht undenkbar, in Chersonesos die Existenz eines Denkmales mit dem Namen des Aspurgos zuzugeben, welcher nach der gangbaren Voraussetzung im Bosporus gerade zur Zeit des Strabo und etwas später geherrscht hat (vom Jahre 8 v. Chr. bis 38 n. Chr.). Leider ist von der Inschrift ein so geringer Theil erhalten, dass wir nicht die Möglichkeit haben, mit Bestimmtheit zu sagen, welcher Art dieses Denkmal gewesen ist. Nach der Beschreibung des H. Kosciuszko zu urtheilen, war die Inschrift auf der Basis einer Bildsäule eingegraben; aber ob das eine von den Chersonesiten aus Dankbarkeit für irgend welche Wohlthaten errichtete Bildsäule des Aspurgos selbst oder eine von Aspurgos einer anderen Person oder einer Gottheit geweihte Statue war, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen; die letztere Vermuthung scheint übrigens deswegen etwas mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, weil der Name des Aspurgos im Nominativ steht, als Subject, während man im ersteren Falle eher den Accusativ erwarten könnte.

6. Bruchstück (die linke untere Ecke) einer weissen Marmortafel, 0.2 hoch und breit, 0.09 dick, auf welchem sich der Anfang

[1] Strabo VII, 4, §§ 3, 5 u. 7.

einer vierzeiligen, in grossen Buchstaben (0.02 Höhe) geschriebenen Inschrift aus der Römerzeit erhalten hat. Das Bruchstück ist 1891 gefunden. Nach meiner Copie.

//////////////////////	. . . . . ὁ δεῖνα
∠ H Θ C ı //////	Ζήθο[υ ὑπὲρ Γα]-
Z O Y P I O Y	ζουρίου [τοῦ Μητρο]-
Δ Ω P O Y I F	δώρου ἱε[ρατεύσαντος?]
Π Λ P Θ E N Ω ///	Παρθένῳ.

Es lässt sich vermuthen, dass Gazurios, der Sohn des Metrodoros, Priester der Jungfrau, mit dem Archonten gleichen Namens identisch ist (vergl. weiter unten Nr. 7). Die von mir vorgeschlagenen Ergänzungen können natürlich nicht unbedingte Glaubwürdigkeit beanspruchen.

3. Grabinschriften.

7. Grabdenkmal aus weissem Marmor, oben derart abgebrochen, dass von dem dasselbe schmückenden Relief nur die Füsse der Figuren erhalten sind, und zwar (in der Richtung von links nach rechts) eines Kindes, eines Weibes in langem Gewande, eines Mannes und endlich die Pfoten und der Schwanz eines Hündchens; ein Theil des Reliefs mit der männlichen Gestalt ist getrennt gefunden worden; unterhalb des Reliefs an der rechten Seite des Steines sind Waffen und Rüstungen in sehr flachem Basrelief abgebildet, und zwar: Bogen nebst Köcher, Beinschienen, Helm, Schild, Lanze und Schwert. Unter diesem Basrelief befindet sich die vollständig erhaltene Inschrift (Höhe der Buchstaben 0.017). Die Dimensionen des ganzen Denkmales betragen: Höhe 0.85, Breite 0.6, Dicke 0.12. Aufgefunden ist es im Jahre 1892 in der Erdaufschüttung der Nekropole. S. d. Bericht d. Kais. Arch. Comm. für 1892 S. 26 (russisch), woselbst die Abbildung des mittleren Theiles der Tafel mit den Waffen und dem Texte der Inschrift.

ΓΑΖΟΥΡΙΟΣ·ΜΗΤΡΟΔΩΡΟΥ ΠΡΩΤΑΡ
ΧΟΝΤΕΥΩΝ·ΕΤΩΝ·Ν
ΧΑΙΡΕ

Γαζούριος Μητροδώρου πρωταρ-
χοντεύων, ἐτῶν ν',
χαῖρε.

Diese in ihrer Form[1] ganz gewöhnliche Grabinschrift ist sehr interessant durch die Erwähnung des Amtes eines ersten Archonten,

[1] Die Erwähnung der Lebensjahre von Verstorbenen ist in chersonesitischen Inschriften bereits vorgekommen. S. *Inscr. P.* I Nr. 214, 215, 222.

welches der verstorbene Gazurios, Sohn des Metrodoros, bekleidet hatte. Noch im Jahre 1884 bei Durchforschung der damals vorhandenen Daten über die chersonesitischen Magistrate, setzten wir voraus, dass die bei Constantinus Porphyrogennetus in seinem Bruchstücke aus der Geschichte von Chersonesos (*De adm. imp.* 53) mit dem Titel *στεφανηφορῶν καὶ πρωτέυων* an der Spitze der Verwaltung von Chersonesos stehende Person ohne Zweifel kein Anderer war, als der erste Archon und wiesen gleichzeitig auf zwei freilich höchst zweifelhafte Erwähnungen von Archonten in den chersonesitischen Inschriften hin.[1] Die Inschrift des Gazurios bezeugt uns jetzt unwiderleglich die Existenz eines solchen Amtes in Chersonesos zur Römerzeit (in welche die Inschrift nach dem Charakter der Schriftzeichen gehört). Die Gründung des Amtes muss nach den von uns in der genannten Abhandlung gebrachten Ausführungen bei der Veränderung der Verfassung von Chersonesos zur Zeit der römischen Imperatoren erfolgt sein. Diese Amtsführung ist wahrscheinlich Anfangs mit dem Zeitworte *πρωταρχοντεύειν*[2] bezeichnet worden, doch wurde solches im Laufe der Zeit als zu lang befunden und durch das Zeitwort *πρωτεύειν* ersetzt; in Betreff des Wortes *στεφανηφορεῖν* aber haben wir in der angeführten Abhandlung bemerkt, »dass es kein besonderes Amt bezeichnet, sondern bloss als ehrendes Epitheton der höchsten Gewalt erscheint«. Das auf dem vorliegenden Denkmal als Zubehör abgebildete vollständige schwere Rüstzeug, welches ohne Zweifel die kriegerische Tüchtigkeit des verstorbenen Gazurios andeuten soll, dient als interessante Illustration zu dem Hinweise des Constantinus Porphyrogennetus auf die Führerschaft *τοῦ πρωτεύοντος* im Kriege.

8. Vollständig erhaltenes Grabdenkmal aus Marmor, 1.53 hoch, 0.36 breit, 0.16 dick. Oben mit einem geraden Gesimse geschmückt, unter welchem zwei Rosetten angebracht sind, weiter nach unten ist der Name des Verstorbenen mit grossen Buchstaben (Höhe 0.03) eingeschnitten; auf dem untersten Theile des Steines, in bedeutender Entfernung von der ersten Inschrift, ist eine zweite, metrische Inschrift erhalten, deren Buchstaben kleiner, aber ziemlich gut erhalten sind. Der allerunterste Theil des Steines ist zum Einsetzen in die Basis beschnitten und über diesem Theile, entsprechend dem oberen Gesimse, eine Leiste gezogen. Der Stein ist im Jahre 1892 in der Nekropolis gefunden, wo er mit Thonziegeln zusammen zur Umklei-

---

[1] *Bull. de corr. Hell.* IX, S. 288 fg.

[2] In den bis zu unserer Zeit erhaltenen litterarischen und epigraphischen Denkmälern ist dieses Zeitwort, wie es scheint, noch nicht vorgekommen (wenigstens haben wir es weder im Thesaurus, noch in Ducange's *Gloss. med. et inf. Graec.*, noch in den Wörterbüchern von Biddel-Scott, Sophokles und Kumanudis gefunden).

dung eines Grabmales gedient hat; die Inschrift wird nach meiner Copie und Abklatsch herausgegeben.

ΞΑΝΘΟΣ
ΛΑΓ//ΟΡΕΙΝΟΥ
ΧΑΙΡΕ

ΞΑΝΘΟΝΕΓΩΣΤΑΛΑΚΕΥΘΩΞΕΝΕΤΟΝΠΟΤΕΠΑΤΡΙ
ΣΩΦΡΟΝΑΤΟΜΠΑΤΡΗΞΥΝΟΝΑΓΑΛΜΑΝΕΩΝ
ΤΟΝΣΟΦΟΝΕΝΜΟΥΣΑΙΣΤΟΝΑΜΕΜΦΕΑΠΑΣΙΠΟΛΕΙΤΑΙΣ
ΤΕΙΜΙΟΝΗΙΘΕΩΝΑΣΤΕΡΑΚΑΛΛΟΣΥΝΗΣ
ΒΑΣΚΑΝΟΣΟΝΚΑΤΕΠΕΦΝΕΝΆΡΗΣΠΑΤΡΗΠΡΟΜΑΧΕΥΝΤΑ
ΛΕΙΠΟΜΕΝΟΝΘΡΗΝΟΥΣΤΩΝΔΕΓΟΝΕΥΣΙΓΕΡΑΣ
ΕΙΔΑΠΟΛΑΥΣΙΝΕΧΕΙΠΛΟΥΤΩΝΠΛΕΟΝΗΕΤΟΚΕΙΕΣ
ΤΙΠΤΕΔΙΩΔΕΙΝΩΝΚΑΜΝΕΤΕΘΗΛΥΤΕΡΑΙ

In der ersten Zeile der oberen Inschrift hat der Steinmetz zuerst ein Ρ geschnitten, welches er später in Ν verbessert.

Ξάνθος
Λαγορείνου,
χαῖρε.

Ξάνθον ἐγὼ στάλα κεύθω, ξένε, τόν ποτε πατρὶ
σώφρονα, τὸμ πάτρῃ ξυνὸν ἄγαλμα νέων,
τὸν σοφὸν ἐν Μούσαις, τὸν ἀμεμφέα πᾶσι πολείταις,
τείμιον ἠιθέων, ἀστέρα καλλοσύνης,
βάσκανος ὃν κατέπεφνεν Ἄρης πάτρῃ προμαχεῦντα,
λειπόμενον θρήνους τῶνδε γονεῦσι γέρας.
εἰ δ' ἀπόλαυσιν ἔχει Πλούτων πλέον ἠὲ τοκεῖες,
τίπτε δι' ὠδείνων κάμνετε, θηλύτεραι;

Das Epigramm, vom Standpunkte der Metrik vollständig regelrecht, bringt durch seine Schwülstigkeit und den Überfluss an Lobeserhebungen einen unangenehmen Eindruck hervor. Dieser Zug, sowie der Charakter der Schriftzüge und die Eigenthümlichkeiten der Schreibung (*ει* statt *ι*) lassen nicht daran zweifeln, dass die Inschrift in die Römerzeit gehört (wohl in das 1. Jahrhundert n. Chr.). Interessant ist der in den zwei letzten Versen ausgesprochene Gedanke: es lohne den Frauen nicht, die Qualen bei der Geburt der Kinder zu ertragen, wenn diese in frühem Alter sterben und damit nur Pluto, nicht den Eltern Freude bereiten (denen sie Freude bereiten würden, wenn sie am Leben blieben, die sie aber durch ihren Tod nur in Trauer stürzen).

9. Tafel, 0.53 hoch, 0.428 breit und 0.075 dick, mit vollständiger Inschrift und grossem freien Raume unten. Die Buchstaben sind sehr flach und nachlässig geschnitten. Gefunden im Frühjahre 1893.

ΚΑΙΤΙCΟΥΚΑΝΕΝΕCΙΕΝΤΟΝΕΝΒΡΟ
ΤΟΙCΙΝΠΟΘΗΤΟΝ
CΤΕΦΕΕCΙΝΤΕCΞΟΧΟΝΚΑΙΕΝΚΑΜΑ
ΤΟΙCΙΝΜΕΓΙCΤΟΝ
Μ·ΑΥΡΙΑCΟΝΑΜΑΡΧΙΑ/////ΥΤΟΝ
CΕΒΑC

Es ist offenbar eine Grabschrift. Der Verfasser wollte ein metrisches Epitaph verfassen, hatte aber von der Metrik einen höchst unklaren Begriff und hat daher eine Phrase zu Stande gebracht, die nur entfernte Ähnlichkeit mit zwei Hexametern hat. Gelesen werden muss die Inschrift so:

Καὶ τίς οὐκ ἂν ἐνέσιεν [τ]ὸν ἐν βροτοῖσιν ποθητὸν
στέφε(σ)σιν τε (ἔ)ξοχον καὶ ἐν καμάτοισιν μέγιστον
Μ. Αὐρ(ήλιον) Ἰάσονα Μ. Ἀρχία, [κλ]υτὸν σέβας;

Nach dem Charakter der Schrift ist die Inschrift sicher nicht älter als aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. Die Form ΕΝΕCΙΕΝ in dem ersten Verse ist ohne Zweifel gleich ΑΙΝΕΣΕΙΕΝ (opt. aor. act. des Zeitwortes *αἰνέω*) und steht nach der zu jener Zeit schon üblichen Aussprache *ε* für *αι* und *ι* für *ει*.

10. Kleine Marmorplatte, 0.09 hoch, 0.12 breit, 0.025 dick. Gefunden im Jahre 1892 in einem der Gräber der Nekropolis[1]. Nach meiner Abschrift.

ΘΕΟΓΕΝΗΣ	*Θεογένης*
ΑΓΑΘΩΝΟΣ	*Ἀγάθωνος.*
////	

Dieses Täfelchen bestätigt die Vermuthung, welche wir bei Herausgabe einer ähnlichen kleinen Platte mit dem Namen des *Βοΐσκος Νεομηνίου*[2] ausgesprochen haben, dass dieselben nämlich innerhalb der Gräber an den Sarkophagen oder Urnen befestigt wurden, um zu bezeichnen, wessen Asche in dem gegebenen Behälter ruhte, statt dass der Name des Todten auf der Urne selbst eingegraben oder eingeritzt wurde, was übrigens manchmal auch geschah[3]. Diese Sitte herrschte lange in Chersonesos, da die Platte mit dem Namen des Theogenes nach dem Charakter der Schriftzeichen bedeutend jünger als die des Boiskos ist und schon in die Römerzeit gehört. Zur genaueren Bestimmung der Zeit kann die Thatsache dienen, dass in demselben Grabe eine Bronzemünze des bosporischen Königs Cotys II. (123 bis 131 n. Chr.) gefunden wurde.[4]

---

[1] Bericht der Arch. Kom. f. 1892 S. 117 Nr. 268.
[2] Mater. f. d. Arch. Russl. Nr. 9 S. 26 Nr. 9.
[3] Vergl. a. a. O. S. 30 zu Nr. 11.
[4] Ber. d. Kais. Arch. Comm. für 1892, S. 117.

11. Längliche Sandsteinplatte 0.9 hoch, 0.3 breit, 0.22 dick; in der oberen Hälfte ist eine längliche Marmortafel von 0.39 Höhe und 0.22 Breite eingefügt, welche die Platte in zwei Theile theilt: im oberen, von einem doppelten Rahmen umgeben, ist die flach-erhabene Büste eines Mannes *en face* mit Schnurrbart und kurzem Vollbart dargestellt, in Tunika und auf der rechten Schulter geschlossenem Mantel, zu beiden Seiten des Kopfes die Buchstaben D M; in der unteren Hälfte ist eine sechszeilige Inschrift sorgfältig und schön geschnitten. Die Platte ist in der Nekropolis im Jahre 1894 gefunden. Nach einer Photographie.

D M	*D(is) M(anibus).*
ΛVR · VICTOR · M·L · LEG	*Aur(elius) Victor mil(es) leg(ionis)*
· I · ITΛL · V/// X·T · ΛN · XX · X · VI	*I Ital(icae), v[i]xit an(nis) XXXVI,*
M·L · ΛN · XVIIIVΛL ·	*mil(itavit) an(nis) XVIII. Val(eria)*
MΛRCIΛ · VXOR · EIVS ·	*Marcia uxor eius*
ETVΛL · BESSΛFILIΛ	*et Val(eria) Bessa filia*
HEREDES · B · M · P ❦	*heredes b(eatis) m(anibus) p(osuerunt).*

So sehen wir denn, dass die Inschrift zu einem sehr gewöhnlichen Typus gehört; ähnliche Grabinschriften werden in grosser Zahl in verschiedenen den Römern unterworfenen Ländern gefunden. Nichtsdestoweniger aber bietet dieses Denkmal ein bedeutendes Interesse sowohl in archäologischer, als auch in historischer Beziehung dar: 1. Es ist das erste Beispiel — wenigstens auf dem nördlichen Ufer des schwarzen Meeres — eines Denkmales aus dem billigen, am Orte selbst vorkommenden Steine, welches durch Einlage einer höherwerthigen Marmortafel geziert ist. 2. Liefert es einen neuen Beweis dafür, dass römische Truppentheile aus den in Nieder-Moesien dislocirten Legionen in Chersonesos ihren Standort hatten und giebt so ein Seitenstück zu dem bekannten Denkmale des Trompeters der *legio XI Claudia*, Aurelius Salvianus[1]. Das neu entdeckte Denkmal stand über dem Grabe des Aurelius Victor, eines Soldaten der *legio I Italica*, welche, wie bekannt[2], von Nero im Jahre 66 n. Chr. unter dem Namen *phalanx Alexandri Magni* formirt wurde und bald nach seinem Tode die angeführte Bezeichnung erhielt. Die Legion stand zuerst in Gallien, vom Jahre 69 an aber in Moesien, wobei sie nach der Theilung dieser Provinz in *M. Superior* und *M. Inferior* diesen letzteren Theil als Standort zugewiesen erhielt. Zur Zeit als Dio Cassius seine Geschichte schrieb (211 n. Chr.) bestand die Legion schon nicht mehr als selbständige Einheit, sondern war

[1] *Inscr. P.* I, No. 222.

[2] Vergl. W. Pfitzner, Geschichte der Röm. Kaiserlegionen von Augustus bis Hadrianus (Leipzig 1881), S. 152 fg. u. 220 fg.

mit der *legio XI Claudia* vereinigt[1]. Folglich kann unser Denkmal nicht älter als aus dem Anfange des 3. Jahrhunderts n. Chr. sein, und andererseits bezeugt der Name des verstorbenen Kriegers, Aurelius, dass er nicht früher als unter Antoninus Pius oder Marcus Aurelius gelebt hat. Auf diese Weise wird es uns möglich gemacht, mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass das Denkmal in die zweite Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr. gehört.

12. Grabdenkmal aus weissem Marmor, unten abgebrochen, 0.81 hoch, 0.41 breit, 0.06 dick. Oben mit einem einfachen Giebel geschmückt, in dessen Mitte eine Rosette ist, und zu beiden Seiten derselben die Buchstaben D und M. Unter dem Giebel ist in einer Vertiefung sehr roh eine unverhältnissmässig kurze männliche Gestalt *en face* dargestellt, mit einem Schnurrbart, doch ohne Backenbart, auf dem Kopfe eine spitze Mütze, bekleidet mit einer kurzen, auf der rechten Schulter durch eine Schnalle zusammengehaltenen Chlamys und mit dicksohligen Sandalen an den Füssen; beide Hände sind an die Brust gedrückt, in der rechten ein kleiner Vogel, in der linken eine Weintraube an welcher der Vogel pickt. Unter diesem Reliefbilde ist in groben und ungleichmässigen aber tief eingeschnittenen Buchstaben eine lateinische Inschrift angebracht, deren zwei erste Zeilen innerhalb des die Vertiefung einfassenden Rahmens, unter den Füssen der Gestalt, die beiden letzten aber auf der Einfassung selbst geschnitten sind. Gefunden ist der Stein im Jahre 1892 in der Nekropolis, woselbst er als Verkleidung eines Grabmales diente.

	D(is) M(anibus).
FILIO·SVOTITV	*Filio suo titu-*
LVM POS·VIT	*lum posuit*
AVREL·VIΛTOR	*Aurel(ius) Vi(a)tor*
IΝΙΙΝΙΓ ʼʼ	....

Das Alter der Inschrift reicht kaum über das 3. Jahrhundert n. Chr. hinaus.

13. Eine vollständig erhaltene Grabtafel aus Kalkstein, 0.80 hoch, 0.27 breit, 0.135 dick. An der oberen Seite sind zwei runde Vertiefungen erhalten, welche aller Wahrscheinlichkeit nach zur Befestigung des Giebels gedient haben. Die Buchstaben der Inschrift sind gross (Höhe 2"), aber nicht tief und äusserst nachlässig geschnitten; durch Verwitterung des Steines hat die Inschrift sehr gelitten, besonders in den Zeilen 7–9, so dass nicht einmal ein Abklatsch von ihr genommen werden kann. Gefunden 1893, copirt von Hrn. Kosciuszko, dem Leiter der Ausgrabungen in Chersonesos.

---

[1] Dio Cass. 55, 23, 24.

D M	*D(is) M(anibus).*
AVRЄL	*Aurel(ius)*
VALЄS	*Vale(n)s*
ETAELIV	*et Ael[ius]*
IVLIVS	*Iulius*
MILITES	*milites*
CH·I·CILI	*c(ohortis) I Cili(cum?),*
QVI//MILI	*qui mili(taverunt)*
ANI///N//	*ann[is]*
XVIIII	*XVIIII.*

Über die Cohorten der Hülfstruppen in dem römischen Heere vergl. Marquardt, Röm. Staatsverwaltung Th. 2 (2. Aufl. 1884) S. 468 ff., Hassencamp, *De cohortibus Romanorum auxiliariis, diss. Gotting.* 1869, O. Schünemann, *De cohort. Rom. auxiliariis, diss. Hal.* 1883 (Ergänzung zu der Dissertation von Hassencamp).

Ausgegeben am 6. Juni.

1895.

XXVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

30. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Schwendener las über die jüngsten Entwickelungsstadien seitlicher Organe und ihren Anschluss an bereits vorhandene.

2. Das correspondirende Mitglied der Akademie in der physikalisch-mathematischen Classe, Hr. Georg Quincke in Heidelberg, hat eine Mittheilung eingesandt: Über die Dauer des elektrischen Schattens bei festen und flüssigen Isolatoren.

Die erste Mittheilung wird später in den Berichten erscheinen, die zweite folgt hier umstehend.

Über die Dauer des elektrischen Schattens bei festen und flüssigen Isolatoren.

Von G. Quincke.

Elektrische Schatten auf dem Glimmlicht der Elektrode einer Holtz-schen Maschine wurden zuerst von Hrn. Arthur W. Wright[1] beobachtet. Derselbe benutzte als schattengebenden Körper den Finger, Drahtgaze, Papier oder Kork.

Nach der schönen Entdeckung von Hrn. Holtz[2] erzeugen Leiter oder Isolatoren, die man vor die mit Glimmlicht bedeckte Elektrode einer Holtz'schen Maschine bringt, einen Schatten auf der leuchtenden Fläche. Dieser elektrische Schatten ist dauernd bei zur Erde abgeleiteten Leitern; er verschwindet nach kurzer Zeit bei isolirenden Substanzen.

Es ist zweckmässig, als eine Elektrode eine Metallspitze, als andere Elektrode eine runde Metallplatte zu nehmen, welche mit einer dünnen Lage Seide bedeckt ist. Die Spitze kann negativ oder positiv elektrisch sein.

Man kann den Raum zwischen beiden Elektroden ein Feld elektrischer Kraft nennen, dessen Kraftlinien durch das Glimmlicht sichtbar gemacht werden, sobald sie in genügender Anzahl auftreten, ohne dass man dabei über das eigentliche Wesen des Glimmlichtes entscheidet. Die elektrische Kraft ist in diesem elektrischen Felde ungleichförmig; am grössten auf der kürzesten elektrischen Kraftlinie, der von der Spitze nach der ebenen Platte gezogenen Normalen. Bringt man in das elektrische Feld einen Isolator, so tritt in diesem eine elektrische Polarisation der kleinsten Theilchen ein, oder es entstehen nach der Theorie von Faraday und Maxwell in dem Dielektricum elektrische Verschiebungsströme. Durch die dabei verbrauchte Arbeit wird die elektrische Feldstärke an bestimmten Stellen des elektrischen Feldes geschwächt, die Anzahl der elektrischen Kraftlinien nimmt ab, das Glimmlicht verschwindet, und der elektrische Schatten tritt auf. Die Dauer des elektrischen Schattens misst die Entstehungszeit der elek-

---

[1] Wright, Silliman Journ. (2) 49, p. 381—384. 1870.

[2] Holtz, Göttinger Nachrichten 1880, S. 545—561, 602—625; 1881, S. 73—104.

trischen Polarisation oder die Dauer der elektrischen Verschiebungsströme im Dielektricum..

Für die folgenden Versuche benutzte ich eine sogenannte Doppelmaschine, eine gewöhnliche HOLTZ'sche Maschine mit zwei rotirenden Glasscheiben von 40^{cm} Durchmesser und Elektroden aus Messingröhren von $1^{cm}25$ Durchmesser, ohne kleine Leidener Flaschen. Auf die eine Elektrode wurde eine am Rande abgerundete Messingscheibe von 20^{cm} Durchmesser und 2^{cm} Dicke geschoben und dieser die andere Elektrode mit kegelförmiger Spitze in 8^{cm} Abstand gegenübergestellt.

Auf die der Spitze zugewandte Fläche der Scheibe wurde eine gleich grosse Platte aus reiner weisser Seide gelegt und die Maschine in Thätigkeit gesetzt. Die Seide legt sich dann ohne Falten an die Metallfläche an und haftet fest an dem Metall. In dem vollkommen dunklen Zimmer erscheint in der Mitte der Seide eine runde Fläche von etwa 5^{cm} Durchmesser gleichmässig mit Glimmlicht von bläulich grauer Farbe bedeckt.

Das Dielektricum wurde in der Mitte zwischen Spitze und Platte aufgestellt. Nachdem der elektrische Schatten verschwunden war, wurde das Dielektricum um eine verticale Axe um 180° gedreht. Dann erschien der elektrische Schatten von Neuem und verschwand nach einiger Zeit wieder. Diese Zeit zwischen dem Erscheinen und Verschwinden des elektrischen Schattens wurde nach den Schlägen eines Metronoms gemessen. Es wurde also eigentlich nicht die Zeit gemessen, welche nöthig war, um das Dielektricum aus dem unelektrischen Zustand in das Maximum des elektrischen Zustandes überzuführen, sondern die Zeit, welche nöthig war, um das Maximum der elektrischen Polarisation durch das Maximum der entgegengesetzten Polarisation zu ersetzen. Es wurde also die Zeit gemessen, in welcher eine elektrische Verschiebung im Dielektricum in eine ähnliche und entgegengesetzte Verschiebung überging unter dem Einfluss der wirkenden elektrischen Kräfte.

Grösse und Richtung der letzteren hängen nicht bloss von Grösse und Vertheilung der elektrischen Feldstärke vor dem Einbringen des Dielektricums ab, sondern auch von den Dimensionen und der Gestalt und Natur des Dielektricums.

Ich habe daher Dielektrica von nahezu derselben Gestalt und Grösse verglichen, zunächst bei derselben mittleren elektrischen Feldstärke, wenn die HOLTZ'sche Maschine langsam und möglichst gleichmässig gedreht wurde. Kleine Schwankungen der Geschwindigkeit schienen die Resultate nicht zu beeinflussen.

Die Spitze war negativ, die Scheibe positiv elektrisch. Um zufällige Täuschungen zu vermeiden, wurden die Messungen gleich-

zeitig von mir und den Assistenten des physikalischen Instituts, HH. Dr. Englisch und Dr. Precht angestellt, mehrere Male wiederholt und aus den einzelnen Messungen das Mittel genommen. Unsere einzelnen Messungen stimmten stets nahezu überein.

Die festen Dielektrica hatten die Gestalt von Kugeln oder Cylindern, lagen auf einer verticalen, gerade abgeschnittenen, dünnwandigen Hartgummiröhre von 9^{cm} Länge, 1^{cm} äusserem und $0^{cm}.7$ innerem Durchmesser und wurden mit dieser um 180° gedreht. Zwei passende Anschläge erlaubten diese Drehung im Dunkeln auszuführen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

1.

Dielektricum	Spec. Gewicht	Durchmesser oder Dicke Mm.	Höhe Mm.	Dauer des elektr. Schattens Sec.
Kugel aus:				
Crownglas	2.476	10.113		2
Flintglas	3.773	9.953		2.5
Cylinder aus:				
Flintglas	2.920	8.074	12.690	3 bis 7
Flintglas	2.909	9.736	16.118	11
Thüringer Glas .	2.400	8.601	13.	> 70
Hohl-Cylinder aus:				
Hartgummi		10.	90	11.5

Es wurden ferner Krystallkugeln untersucht, bei denen die Enden der optischen Axen durch kleine Flecke von Fuchsin bezeichnet waren. Je nachdem die optische Axe oder Mittellinie (die Halbirungslinie des spitzen Winkels der optischen Axen) parallel oder senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien stand, wurde die Dauer des elektrischen Schattens verschieden gross gefunden. Wurde dieselbe Krystallkugel in einem elektrischen Felde zwischen zwei parallelen verticalen Condensatorplatten an einem Coconfaden aufgehängt, so dass sich die optische Axe oder Mittellinie in einer horizontalen Ebene drehen konnte, so stellte sich die optische Axe oder Mittellinie bei Quarz axial oder ∦, bei allen anderen Krystallkugeln aequatorial oder ⊥ zu den elektrischen Kraftlinien. Diese axiale oder aequatoriale Ruhelage ist in der letzten Spalte der folgenden Tabelle 2 verzeichnet.

2.

Kugeln aus	Durchmesser Mm.	Dauer des elektr. Schattens Axe ∦ zu den elektr. Kraftlinien	Dauer des elektr. Schattens Axe ⊥ zu den elektr. Kraftlinien	Ruhelage
Kalkspath	9.980	1.25	2.5	aeq.
Quarz	10.126	2.60	1.75	axial
Arragonit	11.690	2.17	2.75	aeq.
Schwefel	13.513	3.9	3.42	aeq.

Die flüssigen Dielektrica wurden in Flintglasröhren von 30^{cm} Länge, $0^{cm}.91$ Durchmesser und $0^{cm}.02$ Wanddicke untersucht, deren Aussenfläche mit einer dünnen Schicht von geschmolzenem Schellack überzogen war. Die Röhren waren unten zugeschmolzen, oben mit einem durchbohrten Kork an einem Flintglasstab von 15^{cm} Länge befestigt und in verticaler Lage, in der Mitte zwischen den Elektroden der Holtz'schen Maschine, aufgehängt. Die mit dem flüssigen Dielektricum 4 bis 10^{cm} hoch gefüllte Flintglasröhre wurde im Dunkeln, nachdem der elektrische Schatten verschwunden war, mit Hülfe zweier Anschläge um 180° gedreht und die Zeit zwischen Wiedererscheinen und Verschwinden des elektrischen Schattens mit dem Metronom gemessen, ähnlich wie bei den festen Substanzen. Die in der folgenden Tabelle 3 zusammengestellten Beobachtungen geben in der letzten Spalte die Werthe der Dielektricitätsconstante nach meinen früheren Messungen[1], für Wasser und Alkohol nach den Messungen von Tereschin[2].

3.

Flintglasröhre mit	Dauer des elektr. Schattens	Dielektricitäts-constante
Luft	$0^s.5$	1
Terpentinöl	1	2.308
Steinöl	3.08	2.143
Aether	$4 \ldots 11^s$	4.641
Schwefelkohlenstoff	4.5	2.722
Paraffinöl*	8 (30^s)	?
Benzol	10.67	2.380
Wasser	15.75	83.6
Alkohol	16 bis 26^s	25.8
Rapsöl*	25	2.340
1 Vol. S_2C + 1 Vol. Terp.	26.25	2.496
Chloroform	>90	?
Quecksilber	10.9	∞

Alle Flüssigkeiten waren möglichst rein und staubfrei, und isolirten, wenn man von Wasser, Alkohol und Quecksilber absieht, vortrefflich.

Bei dem Aether, der über gebranntem Marmor gestanden hatte und direct in die Flintglasröhre filtrirt wurde, war die Dauer des elektrischen Schattens zuerst 4", dann 6", 8", 11". Die Dauer des elektrischen Schattens stieg also in etwa einer Viertelstunde allmählich beinahe auf das Dreifache.

[1] G. Quincke, Wied. Ann. 19, S. 725. 1883.
[2] Tereschin, Wied. Ann. 36, S. 799. 1889.

Bei Rapsöl und Paraffinöl verschwand der elektrische Schatten niemals ganz. Bei Drehung der Flintglasröhre um 180° wurde er plötzlich breit und dann in der in Tabelle 3 angegebenen Zeit schmal. Er blieb dann als schmaler Schattenstreifen bestehen.

Auffallend war mir die lange Dauer des elektrischen Schattens bei Quecksilber, da ich hier etwa dieselbe Dauer, wie bei Luft, erwartet hatte.

Eine neue Bestimmung in einer anderen Flintglasröhre, wobei die Flintglasröhre mit Luft oder Quecksilber erwärmt wurde, ergab:

4.

Flintglasröhre mit	Dauer des elektr. Schattens kalt	Dauer des elektr. Schattens warm
Luft	0ˢ37	5ˢ
Quecksilber unter Luft	18	50...28ˢ
Quecksilber unter Benzol	>60	
Wismuth in Luft	1.88	

Ein Stab aus festem reinen Selen in einer Flintglasröhre gab einen elektrischen Schatten, der in 60 Secunden noch nicht verschwunden war.

Ferner untersuchte ich natürliche, anscheinend sehr reine, Krystalle von Quarz und Kalkspath am Boden der mit Flüssigkeit gefüllten Flintglasröhre und fand:

5.

Flintglasröhre mit	Dauer des elektr. Schattens
Quarz in Aether	5ˢ ... 10ˢ5
Quarz in Schwefelkohlenstoff	14ˢ
Kalkspath in Aether	5ˢ ... 11ˢ ... 32ˢ.
Kalkspath in Schwefelkohlenstoff	19ˢ

Nach längerer elektrischer Ruhe (4 Wochen) fand ich den elektrischen Schatten schmaler und von kürzerer Dauer, als wenn die Flüssigkeit oder der Krystall einmal elektrisirt waren.

Die lange Dauer des elektrischen Schattens bei isolirenden Flüssigkeiten entspricht dem langsamen Auftreten der elektrischen Doppelbrechung, die ich mehrfach beobachtet habe. Für Schwefelkohlenstoff und Rapsöl fand ich[1] bei dem Beginn der Einwirkung der elektrischen Kraft die elektrische Doppelbrechung grösser, als später, bei längerer Einwirkung derselben.

[1] G. QUINCKE, WIED. Ann. 19, S. 745 und 769. 1883.

Dass durch Erwärmen die Dauer des elektrischen Schattens bei Glas zunimmt, kann mit der Zunahme des elektrischen Leitungsvermögens der Glasmasse oder beginnender Elektrolyse zusammenhängen.

Bei den Flüssigkeiten, welche mehr oder weniger leicht beweglich sind, kann die Drehung der Flintglasröhren eine Rotation der Flüssigkeit herbeigeführt und diese wieder die Dauer des elektrischen Schattens verlängert haben. Doch möchte ich dieser Fehlerquelle nur einen geringen Einfluss zuschreiben.

Ein einfacher Zusammenhang der Dauer des elektrischen Schattens mit der Grösse der Dielektricitätsconstante ist zunächst nicht ersichtlich.

Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff zeigen eine kleine Dauer des elektrischen Schattens von 1 und 4.5 Secunden; das Gemisch von gleichen Volumentheilen beider Flüssigkeiten 26.25 Secunden.

Den Grund für diese Zunahme der Schattendauer bei Mischung beider Flüssigkeiten muss man in der verschiedenen Dielektricitätsconstante beider Flüssigkeiten suchen. Die Flüssigkeit mit kleinerer Dielektricitätsconstante, also Terpentinöl, wird in dem nicht homogenen elektrischen Felde von der kürzesten elektrischen Kraftlinie fort-, der Schwefelkohlenstoff mit grösserer Dielektricitätsconstante zu dieser hingetrieben. Der elektrische Schatten dauert so lange, bis dieser Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Ähnliche Kräfte bewirken die Gestaltsänderung und Abscheidung von Luftblasen in dielektrischen Flüssigkeiten beim Erregen des elektrischen Feldes[1].

Bei dem gut leitenden metallischen Quecksilber hätte man erwarten können, dass der elektrische Schatten, wie in der mit Luft oder Benzol gefüllten Flintglasröhre, in 0.5 oder 11 Secunden verschwunden wäre. Die wirklich beobachtete längere Dauer von 18 Secunden und mehr erklärt sich durch die dünne Schicht Luft oder Benzol zwischen Quecksilber und Glas, welche von der kürzesten elektrischen Kraftlinie fortgetrieben werden. Die Zeit, in der dieser Gleichgewichtszustand erreicht wird, hängt von der Dicke der Luft- oder Benzolschicht zwischen Quecksilber und Glas, deren innerer und äusserer Reibung (Klebrigkeit und Adhaesion) und der Dielektricitätsconstanten ab. Diese Zeit bestimmt die Dauer des elektrischen Schattens.

Die verschieden lange Dauer des elektrischen Schattens von Quarz- und Kalkspathkrystallen in Aether und Schwefelkohlenstoff (Tabelle 5) kann auch durch die Verschiebung einer dünnen Luftschicht an der Grenze von Krystall und Flüssigkeit nach der Stelle kleinster elektrischer Kraft hervorgerufen sein. Ich werde an einer anderen Stelle

[1] G. Quincke, Wied. Ann. 19, S. 718 und 746. 1883.

nachweisen, wie ausserordentlich dünne Luftschichten, ähnlich der eben besprochenen Luftschicht zwischen Quecksilber und Glas, auch andere elektrische Erscheinungen hervorrufen oder erheblich beeinflussen können.

Wenn auch die von mir benutzten Flüssigkeiten so rein wie möglich waren, so können sie doch Spuren fremder Substanzen, mit grösserer oder kleinerer Dielektricitätsconstante, gelöst enthalten haben. Diese Spuren fremder Substanzen müssen dann in dem ungleichförmig elektrischen Felde nach der kürzesten elektrischen Kraftlinie hingezogen oder von dieser fortgetrieben werden, und der elektrische Schatten wird erst verschwinden, wenn diese Bewegung aufgehört hat und der Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Bei den geringen Mengen Substanz, die diese Wirkung hervorrufen können, wird es schwer zu beweisen sein, dass die Dauer des elektrischen Schattens und der elektrischen Verschiebungsströme bei länger wirkenden elektrischen Kräften für verschiedene dielektrische Flüssigkeiten wirklich verschieden gross ist.

Für diese letztere Auffassung, bei den einzelnen reinen Flüssigkeiten eine verschiedene Dauer der elektrischen Verschiebungsströme anzunehmen, spricht aber die verschiedene Dauer des elektrischen Schattens bei Krystallkugeln (Tabelle 2), je nachdem die optische Axe oder Mittellinie $\#$ oder $\perp$ zur kürzesten elektrischen Kraftlinie gestellt ist.

Neue Mineralfunde von Westeregeln.

Von H. Bücking
in Strassburg i. Els.

(Vorgelegt von Hrn. C. Klein am 9. Mai [s. oben S. 448].)

In den Carnallitlösungsrückständen der Consolidirten Alkaliwerke zu Westeregeln fanden die HH. A. Naupert und W. Wense[1] mit Sulfoborit[2] und Boracit zusammen eine Reihe von Mineralien, unter welchen kleine wasserhelle Kryställchen von Kieserit und schwach gelblich gefärbte Krystalle von Coelestin am leichtesten erkennbar sind. Neben diesen erscheinen als grosse Seltenheit auch Krystalle von Heintzit und von zwei wegen Mangels an genügendem Material bis jetzt noch nicht näher untersuchten unbekannten Mineralien.

Im Folgenden theile ich die Beobachtungen mit, welche ich an dem Material, welches mir Hr. A. Naupert mit dankenswerther Liebenswürdigkeit zur Bearbeitung überliess, gemacht habe.

1. Kieserit.

Die Kryställchen des Kieserits sind durchschnittlich 2–4^{mm} lang und 1–2^{mm} dick. Sie sind farblos und wasserhell, soweit sie nicht bei der Auflösung des Carnallits, welcher sie einschliesst, oberflächlich angeätzt und dadurch trübe geworden sind. Manche Krystalle zeigen ziemlich breite Ätzfurchen, welche etwa parallel dem positiven primären Orthodoma verlaufen und tief in den Krystall eindringen. Nach A. Naupert ist der Widerstand dieser Kieseritkrystalle gegenüber der lösenden Wirkung des Wassers ziemlich gross; denn das Material, aus welchem sie ausgelesen waren, war behufs Auslaugung des Steinsalzes tagelang mit Wasser in Berührung gewesen.

In ihrer Form unterscheiden sich die ringsum ausgebildeten Krystalle von den von Tschermak[3] beschriebenen Kieseritkrystallen von Hallstatt insofern, als die primäre positive Hemipyramide *e* gegenüber der primären negativen Hemipyramide *p* in der Regel vorherrscht.

[1] Bericht der Deutschen chemischen Gesellschaft. Berlin 1893. XXVI. S. 875.
[2] Sitzungsber. der K. Pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1893, 44. Bd. S. 967.
[3] Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1871, 63. Bd. 1. Abth. S. 317 ff.

Die Krystalle von Westeregeln sind daher nur selten pyramidal, vielmehr häufiger kurz prismatisch nach e entwickelt. Ihre monosymmetrische Natur wird sowohl dadurch als namentlich durch die abweichende Oberflächenbeschaffenheit der Flächen von e und p recht deutlich. Ebenso wie an den Krystallen von Hallstatt erscheinen die Flächen von p meist drusig und matt, während die Flächen von e stets glatt und glänzend sind.

Es wurden überhaupt folgende Formen bestimmt:

$$e = P\{\bar{1}11\};\quad p = -P\{111\};\quad v = {}^1/_3P\{\bar{1}13\};$$
$$x = -{}^1/_3P\{113\};\quad y = -{}^3/_5P\{335\};\quad c = 0P\{001\};$$
$$u = {}^1/_2\mathrm{P}\infty\{012\};\quad t = -\mathrm{P}\infty\{101\}.$$

Von diesen sind y und c bisher an Kieseritkrystallen noch nicht beobachtet worden. Die von Tschermak an dem Kieserit von Hallstatt gefundene Hemipyramide $h = {}^2/_9P\{\bar{2}29\}$ zeigten die Kieseritkrystalle von Westeregeln nicht.

Neben den Hemipyramiden e und p, welche an allen Krystallen auftreten und durch ihr Vorwalten gegenüber anderen Formen den Habitus der Krystalle bedingen, erscheint stets die Hemipyramide v mit zwar kleinen, aber glatten, gut spiegelnden Flächen, welche recht scharfe Reflexe liefern. Viele Kryställchen lassen ausserdem als schmale Abstumpfung der Kante pp' das von Tschermak nur als Spaltfläche beobachtete Orthodoma t mit ziemlich gut spiegelnden Flächen und in den Zonen $pv = [111, \bar{1}13]$ und $te = [101, \bar{1}11]$ gelegen das Klinodoma u, das durch ausserordentlich glänzende und glatte Flächen ausgezeichnet ist, erkennen. Nur an wenigen Krystallen wurden in der Mittelkantenzone $pe_1 = [111, 11\bar{1}]$ noch sehr kleine Flächen von der Hemipyramide x, sowie die Basis c beobachtet; beide gestatteten nur Schimmermessungen. Ebenfalls sehr lichtschwach waren die kleinen gewölbten Flächen der negativen Hemipyramide y; sie wurden nur an einem Krystall nachgewiesen. Eine stark gerundete Fläche, welche die Kanten $pe_1 = [111, 11\bar{1}]$ abstumpfte, erlaubte keine genauere Bestimmung. Die Kanten pe_1 sind übrigens in der Regel nicht scharf ausgebildet; auch zeigen die Flächen der Pyramiden p und x, weniger die von e und v, eine Neigung, in dem Sinn der Mittelkantenzone sich zu wölben.

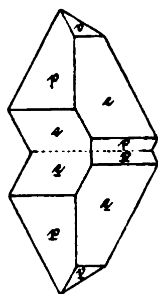
Am genauesten sind die Winkel zwischen den meist eben entwickelten Flächen von e, v und u zu bestimmen. Drei von diesen Winkeln wurden deshalb als Fundamentalwinkel benutzt (vergl. die unten folgende Winkeltabelle) und aus ihnen das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0.9046 : 1 : 1.7739$$
$$\beta = 88^\circ\ 52^1/_2{}'$$

berechnet. Dasselbe weicht ziemlich beträchtlich von dem von Tschermak aufgestellten ab; es dürfte, da die Kieseritkrystalle von Westeregeln besser ausgebildet sind, als die von Tschermak untersuchten Krystalle von Hallstatt, vor jenem den Vorzug verdienen, um so mehr, als die genauer messbaren Winkel mit den aus dem neu ermittelten Axenverhältniss berechneten Werthen weit besser übereinstimmen als mit den von Tschermak abgeleiteten[1].

Die am Kieserit von Westeregeln gemessenen Winkel sind nebst den aus dem Axenverhältniss ermittelten Werthen in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zum Vergleich sind noch die von Dana[1] oder, durch ( ) eingeschlossen, die von Tschermak aus den Tschermak'schen Fundamentalwinkeln berechneten Werthe für den Kieserit von Hallstatt hinzugefügt.

	Berechnet	Beobachtet	Kieserit von Hallstatt
$ee' = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$	—	*78° 10	*78° 28
$ev = (\bar{1}11):(\bar{1}13) =$	—	*28° 16	*28° 20
$vv' = (\bar{1}13):(\bar{1}\bar{1}3) =$	—	*53° 0	*52° 50
$vu = (\bar{1}13):(012) =$	31° 19	31° 16	(30° 52)
$uu' = (012):(0\bar{1}2) =$	83° 7	83° 2	82° 36
$ue = (012):(\bar{1}11) =$	47° 37½	47° 43	(48° 15)
$ut = (012):(101) =$	69° 30	69° 34	(67° 53)
$up = (012):(111) =$	46° 32	46° 11	(46° 11)
$pp' = (111):(1\bar{1}1) =$	77° 16½	76° 57	77° 44½
$ep = (\bar{1}11):(111) =$	87° 51	87° 51	(87° 0)
$pe_1 = (111):(11\bar{1}) =$	41° 26	41° 28	42° 2
$px = (111):(113) =$	27° 31	27° 22	27° 44
$py = (111):(335) =$	11° 23'	11° 27	—
$ec = (\bar{1}11):(001) =$	70° 1	69° 52	69° 34


Kieserit, Zwilling nach $c = oP$.

Neben den einfachen Krystallen finden sich als grosse Seltenheit auch Zwillingskrystalle nach der Basis *c*. Sie sind theils den Lazulithzwillingen ähnlich, theils haben sie bei stärkerer Entwickelung von *e* das Aussehen wie es die nebenstehende Figur in Projection auf $\infty P \infty (010)$ veranschaulicht.

---

[1] Den von Tschermak berechneten Werthen liegen, soweit ich sie controlirt habe, die von ihm ermittelten Elemente

$$a:b:c = 0.91474:1:1.7445$$
$$\beta = 88° 53'$$

zu Grunde. Aus diesen Zahlen folgen für die von Tschermak zur Ableitung benutzten Winkel *vv'* und *ev* die Werthe 52° 40' und 28° 28', während Tschermak diese zu 52° 50' und 28° 20' bestimmt hatte. Es liegt hier also eine Ungenauigkeit vor. Auch in der Angabe des Werthes $uu' = (012):(0\bar{1}2)$ hat ein Versehen stattgefunden; dieser Winkel berechnet sich aus den Tschermak'schen Elementen nicht zu 75° 58', wie a. a. O. angegeben ist, sondern zu 82° 18'. In Dana's Mineralogie, 6. Aufl. 1892, S. 932, sind aus den von Tschermak gemessenen Fundamentalwinkeln die krystallographischen Elemente und die wichtigsten Winkel neu berechnet; für die Elemente ergab sich:

$$a:b:c = 0.91470:1:1.75713$$
$$\beta = 89° 5^2/_3{}'.$$

Eine optische Untersuchung erlaubte die Kleinheit der Krystalle nicht.

Eine Wasserbestimmung ergab den HH. A. Naupert und W. Wense 13.4 anstatt der berechneten 13.0 Procent.

2. Coelestin.

Die Coelestinkrystalle haben durchweg ein trübes Aussehen. Sie sind theils durch Eisenhydroxyd etwas gelb oder röthlich gefärbt, theils farblos. Die mehr gedrungenen Krystalle erscheinen stets ringsum ausgebildet, die (nach der *b*-Axe) prismatisch entwickelten gewöhnlich an einem Ende abgebrochen. Die grösste Ausdehnung der mir vorliegenden Krystalle beträgt nicht mehr als 8^{mm}; in der Regel sind sie viel kleiner.

Stellt man die Krystalle so auf, dass die Fläche der vollkommensten Spaltbarkeit das basische Pinakoid und die prismatische Spaltungsform *m* das Prisma $\infty P\{110\}$ wird, und legt man das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0.7789 : 1 : 1.2800$$

zu Grunde, so sind die beobachteten Formen die folgenden:

$$d = {}^1/_2\bar{P}\infty\{102\};\quad a = \infty\bar{P}\infty\{100\};\quad c = 0P\{001\};$$
$$m = \infty P\{110\};\quad o = \breve{P}\infty\{011\};\quad i = {}^1/_3\breve{P}\infty\{013\};$$
$$b = \infty\breve{P}\infty\{010\};\quad z = P\{111\};\quad \sigma = 2P\{221\}.$$

Die Pyramide σ wurde nur an einem Krystall in Alternirung mit der Pyramide *z* beobachtet und ergab keinen scharfen Reflex. Überhaupt treten die genannten Formen nicht an allen Krystallen auf. Es lassen sich vielmehr mehrere Typen unterscheiden, die aber durch Übergänge mit einander verknüpft sind.

Fig. 1.

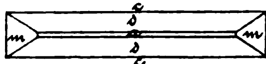
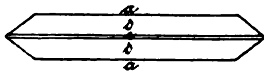
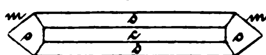


Fig. 1a.



1. Typus. Die Krystalle sind langprismatisch nach der *b*-Axe und zeigen die Combination *dm*; *a* ist ziemlich häufig vorhanden, in der Regel aber von verschwindend kleinen Dimensionen; auch die Basis *c* kommt zuweilen vor. Eine Fläche in der Zone *dm* = [102, 110] war wegen starker Krümmung nicht näher bestimmbar. Über den Habitus der Krystalle geben Fig. 1 und 1a, welche eine Projection auf $\infty\bar{P}\infty(100)$ bez. $0P(001)$ darstellen Aufschluss.

Fig. 2.

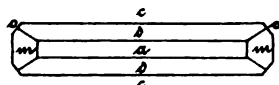


2. Typus. Die Krystalle sind in der Richtung der *b*-Axe gestreckt; neben $d = {}^1/_2\bar{P}\infty$ erscheint noch gross entwickelt die Basis *c*; ferner treten auf Flächen von $m = \infty P$ und von $o = \breve{P}\infty$;

sehr klein entwickelt ist $i = {}^1/_3\breve{P}\infty$. Fig. 2 gibt eine Projection auf oP (001).

3. Typus. Die Krystalle sind ebenfalls in der Richtung der *b*-Axe gestreckt. Gross entwickelt ist neben $d = {}^1/_2\bar{P}\infty$ noch $a = \infty\bar{P}\infty$; nach letzterer Fläche erscheinen die Krystalle zuweilen dicktafelartig. Auch die Basis kann an diesen Krystallen oft ziemlich gross werden.

Fig. 3.



An der Seite beobachtet man neben *m* auch noch Flächen von $o = \breve{P}\infty$ und an den flächenreicheren Krystallen auch noch kleine Facetten von den Formen $z = P$, $\sigma = 2P$ und $b = \infty\breve{P}\infty$. In Fig. 3 sind die gewöhnlichen Krystalle dieses Typus in Projection auf $\infty\bar{P}\infty$(100) dargestellt.

4. Typus. Die Krystalle erscheinen dadurch, dass *d* und *m* nahezu gleich gross entwickelt sind, kurz gedrungen. Neben *d* und *m* findet man zuweilen auch wohl noch die Basis *c*, seltener das Brachydoma $o = \breve{P}\infty$, dessen Flächen, theils sehr klein, theils auch etwas grösser, in der Regel rauh und flach gewölbt sind. Dadurch, dass die Flächen von *d* über die von *m* etwas überwiegen, entstehen Übergänge in den 1. Typus, zuweilen, wenn die Basis grösser wird und $\breve{P}\infty$ entwickelt ist, auch Annäherungen an den 2. Typus. Die Fig. 4 und 4[a] sind Projectionen der gewöhnlichen Form auf $\infty\bar{P}\infty$(100) bez. oP (001).

Fig. 4.

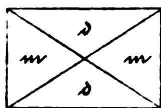
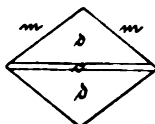


Fig. 4[a].



5. Typus. Die Krystalle sind nach der *b*-Axe etwas verlängert. Neben *d* sind öfters klein entwickelt die Basis *c* und das Makropinakoid *a*; an der Seite herrscht $i = {}^1/_3\breve{P}\infty$ in Combination mit $o = \breve{P}\infty$. Letztere Form tritt oft bis zum Verschwinden zurück. Die Fig. 5 und 6, bez. 5[a] und 6[a] sind Projectionen der beiden gewöhnlichen Formen dieses Typus auf $\infty\bar{P}\infty$(100) bez. oP(001).

Fig. 5.

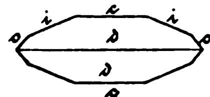


Fig. 6.

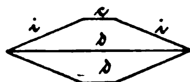


Fig. 5[a].

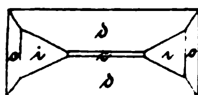
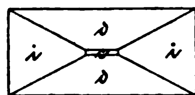


Fig. 6[a].



Die chemische Natur der Krystalle, welche sich übrigens nicht blos im Carnallit, sondern auch im Kainit finden, wurde von den HH. A. Naupert und W. Wense[1] spektroskopisch und durch Hrn.

[1] A. a. O. S. 875.

F. Scherer auf wässerigem Wege qualitativ mit Sicherheit festgestellt. Der Schwefelsäuregehalt beträgt nach der Ermittelung des letztgenannten Herrn 44.77 Procent, ist also höher als der Schwefelsäuregehalt des reinen Strontiumsulfats (43.48) und deutet darauf hin, dass der Coelestin von Westeregeln stark calciumhaltig ist. In der That ergab eine weitere Prüfung das Vorhandensein von einer ziemlich beträchtlichen Menge von Calcium neben Spuren von Baryum.

3. Heintzit.

Von den drei Krystallen, welche mir zur Untersuchung vorlagen, besitzt der grösste eine Länge von 5, eine Breite von 3 und in der Richtung der Orthodiagonale eine Dicke von 2^{mm}. Die Ausbildung ist eine etwas andere als die der Krystalle, welche in Pinnoitknollen aus den höheren Schichten der Kainitregion zu Stassfurt und Leopoldshall vor einigen Jahren aufgefunden und von Lüdecke und Milch[1] beschrieben wurden. Legt man das von Milch aufgestellte und auch von Dana (Mineralogie, 6. Aufl. S. 885) adoptirte Axenverhältniss zu Grunde, so weisen die Krystalle folgende Formen auf

$$m = \infty P\{110\};\ n = -P\{111\};\ a = \infty P\infty\{100\};\ x = P\infty\{\bar{1}01\};\ c = 0P\{001\}.$$

Die Flächen *m* und *n* sind vorherrschend; sie tragen eine zum Theil stark hervortretende Streifung parallel der Combinationskante mit der Basis *c* und geben in dieser Zone gestreckte, bandförmige Reflexe. Die Basis, nach welcher die vollkommenste Spaltbarkeit geht, ist als natürliche Krystallfläche nur sehr klein entwickelt. Das Orthopinakoid *a* erscheint an dem einen Krystall, an welchem die Flächen von *m* etwa ebenso gross ausgebildet sind, als die von *n* — Fig. 1 stellt ihn in Projection auf die Symmetrieebene dar —, als eine schmale Abstumpfung der vorderen Prismenkante. An einem andern, in Fig. 2 in Projection auf die Symmetrieebene abgebildeten Krystall, an welchem *n* grösser als *m* entwickelt ist, sind in der Orthodomenzone die Flächen von *x* am grössten ausgebildet. Sowohl nach *a* als nach *x* geht eine gute Spaltbarkeit, welche jedoch der nach *c* an Vollkommenheit nicht gleichkommt.

Fig. 1.

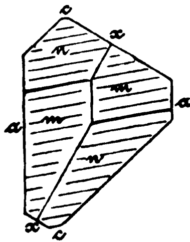
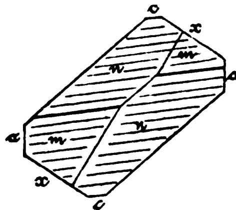


Fig. 2.



[1] Zeitschrift für Krystallographie, 18. Bd. S. 478–485; sowie Zeitschr. für Naturwiss., Halle 1892, S. 1 ff.

Gemessen wurden folgende Winkel:

	Berechnet von MILCH	Berechnet von LÜDECKE
$a:c = (100):(001) = 79°55'$	80° 12'	80° 12'
$c:x = (001):(\bar{1}01) = 42°14'$	41° 59'	42° 6½
$a:x = (100):(10\bar{1}) = 57°51'$	57° 49'	57° 41
$m:a = (110):(100) = 65°13'$	65° 12'	65° 23
$c:n = (001):(111) = 59°22'$	58° 51½	59° 9
$m:n = (110):(111) = 26°32'$	27° 3'	26° 26
$m_1:n = (\bar{1}10):(111) = 58°27'$	58° 27'	58° 0'

Durch Spaltungsblättchen parallel dem Orthopinakoid sieht man bei Anwendung von Na-Licht das Mittelbild der optischen Axen, was mit den Angaben von LÜDECKE, nicht mit denen von MILCH übereinstimmt.

4. Boracit.

Die einfachen Krystalle von Boracit, welche in den letzten Jahren in Westeregeln ziemlich häufig vorgekommen sind, zeigen, wie ich bereits früher[1] erwähnt habe, entweder den Würfel oder diese Form in Combination mit dem positiven Tetraeder und dem Rhombendodekaeder; auch herrscht an manchen Krystallen das positive Tetraeder vor oder tritt allein für sich auf. An flächenreicheren Krystallen, welche bald mehr hexaedrischen, bald mehr tetraedrischen Habitus besitzen, wurden noch mehrere Triakistetraeder, z. B.[2]

$$n' = \frac{2O2}{2} = \kappa\{112\},\quad n = -\frac{2O2}{2} = \kappa\{\bar{1}\bar{1}\bar{2}\}$$

sowie einige Pyramidenwürfel beobachtet. An kleinen gelblichen lebhaft glänzenden Boracitkrystallen von Westeregeln hat neuerdings BAUMHAUER auch noch das Hexakistetraeder $v = \frac{5O^5/_3}{2} = \kappa\{531\}$ nachweisen können[3]. Diese an den Krystallen von Westeregeln jedenfalls recht seltene Form habe ich bei der Durchmusterung einer grossen Zahl (etwa 130[8]) von daher stammenden Boraciten bis jetzt noch nicht auffinden können. Dagegen erregten meine Aufmerksamkeit kleine Flächen, welche an einem Boracitkrystall der Combination *o a d* $\left(\frac{O}{2} \cdot \infty O\infty . \infty O\right)$ durch oscillatorisches Auftreten auf einer Würfelfläche eine feine Streifung nach zwei Richtungen veranlassten. Die nähere Untersuchung ergab, dass diese mehreren positiven Hexakistetraedern angehören, welche in der Zone $[\infty O\infty, 3O^3/_2] = [001, 312]$ gelegen sind. Die Streifung und demnach die Combinationskante dieser Flächen mit

---

[1] Zeitschr. für Krystallographie, XV 1889, S. 572.

[2] Die a. a. O. von mir gemachte Bemerkung, die Form *n'* sei bereits von MILLER, Min. 1852, S. 602 angegeben, ist, worauf DANA (Mineralogie, 6. Aufl. S. 880) aufmerksam macht, nicht richtig.

[3] Resultate der Ätzmethode. Leipzig 1894, S. 118.

der Würfelfläche bildet mit der Combinationskante von Würfelfläche und Tetraederfläche einen mit dem Mikroskop auf etwa $26^1/_2{}^\circ$ bestimmten Winkel statt des berechneten Winkels $26^\circ 34'$. Die Neigung der parallel der Combinationskante mit dem Würfel selbst feingestreiften Flächen gegen die Würfelfläche war nicht genau zu ermitteln, da die Flächen lang ausgezogene bandförmige Reflexe mit einigen Lichtculminationspunkten lieferten. Die letzteren bildeten mit der Würfelfläche die Winkel $3^\circ 7'$, $9^\circ 32'$, $17^\circ 10'$ und $27^\circ 51'$. Danach würden sie etwa den Flächen 3O20 (60. 20. 3), bezw. 3O6 (621), $3O^7/_2$ (21. 7. 6), 3O2 (623) entsprechen können, für welche sich die Winkel zu $3^\circ 1'$ bezw. $9^\circ 58'$, $16^\circ 46'$ und $27^\circ 47'$ berechnen.

Neben den einfachen Boracitkrystallen finden sich auch Verwachsungen mehrerer Krystalle. Einige von diesen machten den Eindruck einer regelmässigen Zwillingsbildung, welche bekanntlich von Schrauf von Boracitkrystallen von Stassfurt erwähnt wird[1]. In der That ergab auch die geometrische Untersuchung wenigstens für eine dieser Durchwachsungen einen so regelmässigen Bau, dass sie als ein Durchkreuzungszwilling nach $\infty O \infty \{100\}$ angesehen werden muss. Die beiden mit einander verbundenen Krystalle zeigen das Tetraeder $o = \kappa(111)$ vorherrschend entwickelt; seine Flächen tragen zahlreiche unregelmässige Vertiefungen und erscheinen dadurch rauh und matt. Nur die Würfelflächen, welche die Tetraederkanten ganz schmal abstumpfen, sind glatt und stark glänzend. Der eine Krystall misst 5^{mm} in der Tetraederkante; der andere in Zwillingsstellung befindliche ist etwas kleiner und unregelmässig ausgebildet und ragt nur auf der einen Seite aus dem anderen Krystall hervor. Auf dieser ganz modellartig entwickelten Seite durchkreuzen sich die beiden Tetraederkanten rechtwinklig, und fallen die Würfelflächen beider Krystalle genau in dieselbe Ebene.

[1] Atlas der Krystallformen, 1873, Taf. 36, Fig. 6.

Ausgegeben am 6. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

